

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

А. Б. НЕВЗОРОВА, О. К. НОВИКОВА, Г. Н. БЕЛОУСОВА

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Гомель 2015

Невзорова, А. Б. Водоснабжение и водоотведение селитебных территорий : [монография] / А. Б. Невзорова, О. К. Новикова, Г. Н. Белоусова ; М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 263 с. – ISBN 978-985-554-454-9

Рассмотрены актуальные теоретические и практические вопросы по обеспечению селитебных территорий. Излагаются основные методы определения расчетных расходов воды и режимов её расходования в целях использования современных достижений при реконструкции имеющихся или проектировании новых систем водоснабжения и водоотведения, противопожарного водоснабжения, а также систем мусороудаления.

Для научных работников, преподавателей, студентов строительных специальностей и заинтересованных читателей в этой области.

Табл. 22. Ил. 114. Библиогр.: 120.

*Рекомендовано к изданию учебным советом
учреждения образования
«Белорусский государственный университет транспорта»*

Рецензенты:

Б.Н. Житенев, канд. техн. наук, профессор (УО «БрГТУ»);

В.М. Шаповалов, д-р техн. наук, профессор (УО «БелГУТ»)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 РАЗВИТИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	6
1.1 Обще подходы к организации и перспективы развития селитебных территорий	6
1.2 Инженерно-технические системы селитебных территорий	12
1.3 Обеспечение населения в Республике Беларусь водой	18
1.4 О Государственной программе по водоснабжению и водоотведению "Чистая вода" на 2011–2015 годы	20
1.5 Характеристика показателей качества воды.....	23
1.6 Основные методы очистки воды для хозяйственно-питьевых целей.....	28
2 СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	32
2.1 Классификация систем водоснабжения	32
2.2 Сравнение схем водоснабжения городских территорий и промышленных предприятий	35
2.3 Определение норм и режимов водопотребления.....	39
2.3.1 Нормы водопотребления на различные нужды	39
2.3.2 Режимы водопотребления	41
2.3.3 Определение требуемых свободных напоров в сети.....	45
2.4 Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.....	48
2.4.1 Отличительные особенности подземных и поверхностных вод.....	48
2.4.2 Водозаборные сооружения для приема воды из подземных источников	50
2.4.3 Водозаборные сооружения для приема воды из поверхностных источников	55
2.4.5 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения	56
2.5 Водоподъемные устройства и насосные станции	59
2.5.1 Основные показатели работы.....	59
2.5.2 Классификация, устройство и принцип действия насосов.....	60
2.5.3 Рабочая характеристика центробежного насоса	63
2.5.4 Насосные станции	64
2.5.5 Совместная работа насоса и трубопроводов.....	68
2.6 Проектирование водопроводной сети	70
2.6.1 Трассировка водопроводных сетей.....	71
2.6.2 Методика расчета водопроводных сетей	74
2.6.3 Установка трубопроводной арматуры	77
2.6.4 Подбор материала и глубины заложения водопроводных линий	80
2.6.5 Регулирующие и запасные ёмкости	86
2.6.6 Водоснабжение фонтанов.....	88
2.6.7 Водоснабжение бассейнов	92
2.7 Внутренние системы холодного и горячего водоснабжения	98
2.7.1 Санитарно-эпидемиологические требования к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения	98
2.7.2 Классификация внутренних систем водоснабжения.....	99
2.7.3 Схемы сетей горячего водоснабжения	102
2.7.4 Требования к холодному и горячему водоснабжению зданий	105
2.7.5 Определение расчетных расходов воды в системах внутреннего водоснабжения и тепла на нужды горячего водоснабжения	106
2.7.6 Учет водо- и теплотребления	108
2.7.7 Системы внутреннего холодного водоснабжения	112
2.7.8 Разновидности водоразборной арматуры.....	113

2.7.9	Выбор схемы водопровода	115
2.7.10	Трубопроводная арматура	118
2.7.11	Гидравлический расчет трубопроводов систем внутреннего холодного водоснабжения.....	121
2.8	Водяные системы пожаротушения зданий.....	124
2.8.1	Общие сведения	124
2.8.2	Водяная система автоматического пожаротушения.....	125
2.9	Обобщающие положения по проектированию водоснабжения в рамках единого проекта.....	131
3	ВОДООТВЕДЕНИЕ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.	134
3.1	Сточные воды селитебных территорий и их отведение	134
3.1.1	Классификация и характеристика сточных вод.....	135
3.1.2	Основные элементы системы водоотведения.....	141
3.1.3	Системы и схемы водоотведения. Трассировка сети.	145
3.1.4	Трубы и коллекторы систем водоотведения	153
3.1.6	Установка сооружений на сетях водоотведения	164
3.1.7	Проектирование водоотводящих сетей	170
3.1.8	Анализ действующих систем водоотведения промышленных предприятий.....	177
3.1.9	Условия выпуска сточных вод в водоем	181
3.1.10	Методы очистки сточных вод.....	184
3.2	Отведение поверхностных сточных вод с селитебной территории	192
3.2.1	Отвод поверхностного стока – специфическая функция системы жизнеобеспечения города	192
3.2.2	Расчетные расходы и объемы поверхностных сточных вод	198
3.2.3	Количественная характеристика поверхностных сточных вод с селитебных территорий	200
3.2.4	Особенности структуры комплексных районов (промышленно-селитебных)	202
3.2.5	Показатели надежности функционирования канализационной сети	203
3.2.6	Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию	204
3.3	Системы внутреннего водоотведения зданий	208
3.3.1	Основные элементы внутренней канализации зданий	208
3.3.2	Обустройство внутренних водостоков	209
3.3.3	Дворовая система канализации и присоединение её к уличным сетям канализации	211
3.3.4	Расчет системы внутреннего водоотведения зданий.....	215
3.3.5	Особенности выбора оборудования для санитарно-гигиенического узла	217
3.3.6	Необходимость гидравлических затворов	226
4	ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	230
4.1	Канализование твердых отходов (мусороудаление).....	230
4.1.1	Системы мусороудаления.....	230
4.1.2	Сухие холодные, горячие (огневые) и мокрые мусоропроводы.....	233
4.2	Строительные аспекты повышения экологической безопасности полигонов твердых бытовых отходов.....	235
4.2.1	Воздействия полигонов твердых бытовых отходов на окружающую среду.....	235
4.2.2	Управления твердыми бытовыми отходами: отечественный и зарубежный опыт. Законодательное обеспечение управления отходами в Республике Беларусь	237
4.2.3	Очистка фильтрата полигонов твердых бытовых отходов	245
4.2.4	Защитные экраны как элемент экологической безопасности полигонов ТБО	248
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	253
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	254
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	263

ВВЕДЕНИЕ

Коммунальные инженерно-технические системы формируют качество городской среды, обеспечивая жителей необходимыми ресурсами, жильем, дорогами, общественным транспортом, очищая город от отходов.

Водоснабжение, водоотведение и управление твердыми и специфическими отходами являются одними из наиболее актуальных вопросов создания комфортных условий проживания городского населения. В этой связи монография ставит своей целью восполнить сложившийся к настоящему времени дефицит технической литературы в данной направлении с учетом проведенных научных исследований и современных законодательных и нормативно-технических документов, касающихся проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения селитебных территорий.

Для построения идеальной модели инженерных систем рассматриваемой селитебной территории необходимы знания об имеющейся и перспективной технической базе. Поэтому данное исследование посвящено изучению особенностей проектирования и строительства инженерных водных сетей с позиций последних достижений научно-технического прогресса. Авторами монографии использовался комплексный подход сочетания научной и производственно-справочной информации. В ней приводятся исследования белорусских и российских ученых, а также новые данные по нормативно-технической документации для водоснабжающей отрасли, вышедшей в последние годы в Республике Беларусь.

В первом разделе отражено развитие водоснабжения и водоотведения селитебных территорий, основные достижения стратегические направления развития водоснабжающей отрасли Республики Беларусь.

Во втором разделе излагаются основные методы определения расчетных расходов воды и режимов расходования воды, даётся методология проектирования систем водоснабжения гражданских зданий, противопожарного и водоснабжения фонтанов.

В третьем разделе рассматриваются системы и схемы водоотведения, устройства водоотводящей сети и сооружений на ней, представлены результаты мониторинга влияния качества сточных вод на городскую дождевую канализацию.

Четвертый раздел посвящен вопросам экологической безопасности при проектировании и эксплуатации систем мусороудаления.

В заключении сформулированы краткие выводы и предложения по исследуемым вопросам.

По каждому разделу приводится богатый иллюстрационный материал, который помогает легче усвоить содержание книги.

1 РАЗВИТИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

1.1 Общие подходы к организации и перспективы развития селитебных территорий

Дифференциация территории города на структурные зоны, обладающие разной ценностью и характеризующиеся разными типологическими особенностями, – свойство всех городов мира. В основе функциональной организации территории города лежит принцип выделения территорий города, выполняющих однотипные функции.

На протяжении многих десятилетий практика планировочной организации города исходила из представления о четкой дифференциации во времени и пространстве основных функций жизнедеятельности человека: работы, жилища и отдыха.

Всю территорию города, располагаемую в пределах городской черты, подразделяют на две части: застроенную территорию, расположенную в черте городской застройки, и территорию, расположенную за пределами застройки. За городской чертой располагается пригородная зона.

Застроенная территория города имеет в своем составе:

- селитебную зону (зона расселения населения) – территориальное пространство, предназначенное для реализации бытовых функций населения. В ней размещаются жилищный фонд, общественные здания и сооружения, а также отдельные коммунальные и промышленные объекты, не требующие устройства санитарно-защитных зон. Основными элементами селитебной территории являются:

- жилые микрорайоны и кварталы;
- участки учреждений и предприятий обслуживания внемикрорайонного значения;
- зеленые насаждения общего пользования внемикрорайонного значения;
- улицы, дороги, проезды, площади внемикрорайонного значения;
- внеселитебные территории, или *производственную зону*, предназначена для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов, комплексов научных учреждений с их опытными производ-

ствами, коммунально-складских объектов, объектов инженерной инфраструктуры, сооружений внешнего транспорта, путей внегородского и пригородного сообщений. В составе производственной зоны обычно выделяют подзоны (районы): промышленные; научные и научно-производственные; санитарно-защитные; коммунально-складские.

Промышленное производство часто создает неблагоприятные санитарно-гигиенические и экологические условия как на самой территории предприятия, так и на прилегающей территории. Это делает нецелесообразным размещение предприятий в жилых кварталах или в зонах обслуживания населения.

При планировке и последующей застройке микрорайонов используется множество критериев. Одними из них являются следующие важнейшие технико-экономические показатели:

1 Плотность жилого фонда (нетто и брутто). Характеризуется общим числом квадратных метров обитаемых площадей, которые приходятся на один гектар территории.

2 Плотность застройки жилого массива (брутто и нетто). Представляет собой соотношение в процентах площадей, которые заняты зданиями, и непосредственно обитаемой застройки. Здесь не учитываются территории спортивных площадок, детских садов и школ, а также сооружений культурного и хозяйственного характера.

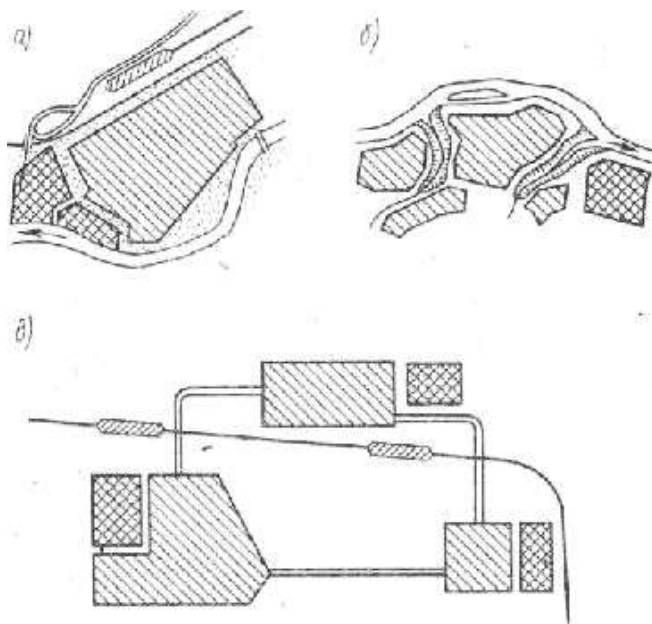
3 Плотность заселения (нетто и брутто). Определяется числом жителей на 1 га территории рассматриваемого микрорайона и выражает величину плотности населения по отношению ко всей так называемой селитебной площади микрорайона. Это отношение числа проживающих там людей к одному гектару освоенной площади. Применительно к малым городам вся территория именуется жилым районом, который, в свою очередь, разделяется на микрорайоны.

Крупные мегаполисы могут состоять из целой системы общественных и административных центров и подцентров. Их основная задача заключается в эффективном обслуживании зданий, которые расположены наиболее удаленно по отношению к центру города.

В зависимости от совокупности показателей **схема планировки города** может быть компактной (когда вся территория города представляет собой единый массив), расчлененной (когда территория разделяется на несколько частей) и рассредоточенной (рисунок 1.1). Система улиц в связи с этим может быть: *прямоугольной; прямоугольной в сочетании с лучевыми или диагональными направлениями; радиально-кольцевой; радиально-многоугольной; свободной* (рисунок 1.2). Каждая из этих систем имеет свои положительные и отрицательные стороны.

При планировке микрорайонов необходимо учитывать множество факторов. Например, численность предполагаемого населения, разработку схем зонирования, размещение обслуживающих зданий, проектирование

расположения домов и схем проездов (<http://fb.ru/article/148613/selitebnye-territorii-eto-selitebnaya-territoriya-prednaznachennaya-dlya-zemlya-pod-jiluyu-zastrojku>).



<http://stroy-spravka.ru/article/planirovochnaya-struktura-naselennykh-mest>

a)

в)

Рисунок 1.1 – Схемы, планировочной структуры:

а – компактная; б – расчлененная; в – рассредоточенная

(<http://stroy-spravka.ru/article/planirovochnaya-struktura-naselennykh-mest>)

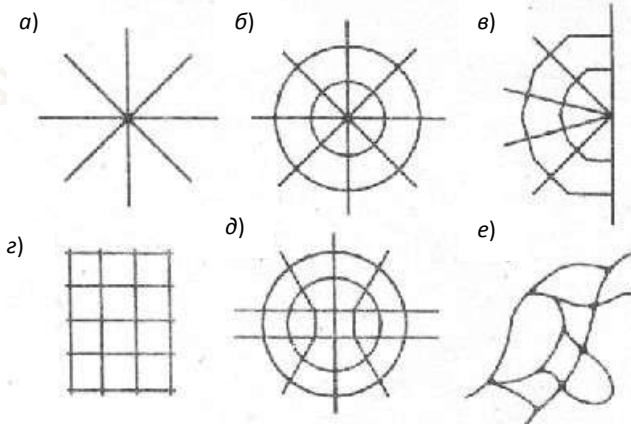


Рисунок 1.2 – Принципиальные схемы построения уличных сетей:

а – радиальная; б – радиально-кольцевая; в – лучевая (веерная);
г – прямоугольная; д – комбинированная; е – свободная

Главные структурные элементы, которые формируются в пределах селитебной территории:

– *жилой квартал* (жилой комплекс) – первичный структурный элемент жилой застройки площадью до 50 га с полным комплексом учреждений и предприятий для обслуживания населения местного значения (увеличенный квартал, микрорайон) и до 20 га – с неполным комплексом. Границами жилого квартала являются магистральные или жилые улицы, проезды, естественные границы и пр. (рисунок 1.3);



Рисунок 1.3 – Пример жилого квартала (Советский район, г. Гомель)
(http://ic.pics.livejournal.com/bampirizm/50687423/27016/27016_original.jpg)

– *жилой район* – структурный элемент селитебной территории площадью 80–400 га, в пределах которого формируют жилые кварталы, размещают учреждения и предприятия с радиусом обслуживания не более 1500 м, а также объекты городского значения. Границами жилого района являются магистральные улицы и дороги общегородского значения, естественные и искусственные границы. Жилые районы (разделенные) могут формироваться как самостоятельные структурные единицы;

– *селитебный район* (жилой массив) – структурный элемент селитебной территории площадью свыше 400 га, в пределах которого формируются жилые районы. Границы его те же самые, что и для жилых районов. Эта структурная единица характерна для крупнейших и крупных городов, ее формируют как целостный структурный организм с размещением учреждений обслуживания районного и городского подчинения. В таблице 1.1. приведены сравнительные данные по плотности населения селитебных территорий некоторых столиц мира.

Расчетную плотность населения на территории жилого района рекомендуют принимать от 110–170 (малые города) до 190–220 (наиболее крупные города) человек на 1 га в соответствии с зонами города разной градостроительной ценности (периферической и центральной).

Таблица 1.1 – Сравнительные данные по плотности населения крупнейших городов (<http://forum.onliner.by/viewtopic.php?t=3749762&start=880>)

Город	Территория, км ²	Население, млн чел.	Плотность, чел./км ²
Минск	410	1,902	5449
Киев	870	2,845	3368
Берлин	892	3,520	3848
Сингапур	714	5,312	7200
Гонконг	1104	7,097	6480
Лондон	1707	8,173	5206
Москва	2511	11,979	4770
Пекин	16808	20,693	1213

Плотность населения жилого квартала с полным комплексом учреждений и предприятий местного значения необходимо определять в соответствии с плотностью крупных структурных элементов в пределах 180–450 человек на 1 га.

Расстояния (бытовые разрывы) между длинными сторонами жилых зданий высотой в 2–3 этажа должно быть не менее 15 м, высотой в 4 этажа и более – 20 м, для 9–16-этажных – не менее высоты возводимого здания, между торцами без окон – не менее 15 м.

Планировка селитебной территории города и поселка должна отвечать экономическим требованиям и обеспечивать эффективное использование городской территории. Показателем эффективности использования селитебной территории является так называемая плотность жилого фонда, т. е. количество квадратных метров общей площади квартир, построенных на 1 га территории жилого района и микрорайона. Нормативы плотности жилого фонда устанавливают в зависимости от этажности застройки и климатогеографических особенностей местности.

В последнее время в градостроительстве наметилась тенденция к постепенному повышению плотности жилого фонда. При ее гигиенической оценке важно учитывать, что чем выше плотность жилого фонда, тем меньше в расчете на каждого жителя останется свободных участков на территории микрорайона. Если при 5-этажной застройке в центральной зоне на 1 жителя приходится 27,3 м² территории микрорайона, то при 9-этажной, т. е. при большей плотности жилого фонда, – 21,6 м².

Повышение плотности жилого фонда обычно сопровождается приме-

нением новых приемов застройки — сочетанием зданий разной этажности, длины и конфигурации. В этих условиях особое значение приобретает выполнение гигиенических нормативов и требований, направленных на создание благоприятных условий для населения.

Гигиенические требования к планировке и благоустройству жилых районов и микрорайонов предусматривают:

- создание благоприятных условий микроклимата, инсоляции и защиты от перегрева, аэрации или снижения скорости движения воздуха на территории и в помещениях жилых и общественных зданий;
- защита населения от транспортного шума, шума внутримикрорайонных источников, загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта;
- благоустройство и озеленение территории;
- инженерную подготовку и вертикальную планировку территории;
- водоснабжение, водоотведение и санитарную очистку от бытовых отходов и некоторые другие.

Благоприятные условия микроклимата и инсоляции на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и сооружениях обеспечиваются разнообразными приемами застройки и благоустройства жилого района и микрорайона.

Правильное функциональное зонирование территорий по сравнению со свободным размещением элементов города имеет экономические и социальные преимущества. Экономические заключаются в возможности экономии городских территорий, в уменьшении расхода средств на строительство инженерных и транспортных коммуникаций, благоустройство территорий. Социальные преимущества проявляются в сохранении и уменьшении нагрузки на природную среду города, в улучшении условий проживания населения за счет повышения удобств при пользовании транспортом и объектами культурно-бытового обслуживания.

Градостроительная практика конца XX – начала XXI вв. показала, что реальный процесс функционирования крупных развивающихся городов не укладывается в рамки «классического» функционального зонирования. Во-первых, в настоящее время наблюдается, а в будущем ожидается еще более резкое увеличение занятости населения в сфере управления и обслуживания, т. е. как раз в тех учреждениях, которые по условиям своего размещения в городе больше тяготеют к центру, чем к обособленным производственным зонам. Поэтому становится все труднее локализовать участки заметной концентрации рабочих мест в какой-то определенной зоне города. Она охватывает и промышленные территории, и общегородской центр,

и жилые районы города. Жилые кварталы быстро насыщаются сетью учреждений обслуживания; объекты деловой застройки постепенно внедряются в состав жилой застройки. Во-вторых, догматическое применение функционального зонирования территории города породило спальные районы и «вымирающие» к вечеру промышленные зоны. При этом наблюдается отрицательная реакция населения обособленных жилых кварталов на замкнутость жилых образований, их оторванность от интенсивно функционирующих мест города.

Жесткий функционализм, некогда явившийся новаторским прорывом к пониманию города как целостной социально-экономической системы, в настоящее время претерпевает явный кризис. Построение функциональной структуры города на основе однозначно фиксированной в пространстве схемы «работа – жилище – отдых» представляется в настоящее время многим специалистам недопустимым анахронизмом, особенно в крупных и крупнейших городах.

Основная тенденция развития современного градостроительства состоит в отказе от функционального зонирования территории общегородского центра и четкого определения границ функциональных зон, переходе к созданию многофункциональных комплексов, которые несут все функции, присущие городу: жилье, работа, отдых, общественное обслуживание.

1.2 Инженерно-технические системы селитебных территорий

Развитость инженерно-технических систем определяет уровень инженерного обеспечения (благоустройства) территории и, соответственно, санитарно-технического комфорта застройки (жилища) и служит одним из показателей уровня жизни населения.

Инженерно-техническая инфраструктура поселений включает: ресурсоснабжающие, отводящие и защитные инженерно-технические системы.

Ресурсоснабжающие инженерно-технические системы включают технические сооружения и коммуникации, обеспечивающие производство (добычу) и подачу потребителю какого-либо ресурса (информации, энергии, воды). К ним относятся системы телекоммуникаций (связи), энерго-снабжения, водоснабжения.

Отводящие инженерно-технические системы обеспечивают отведение и утилизацию стоков, отходов и других продуктов жизнедеятельности населения.

Защитные инженерно-технические системы обеспечивают защиту

среды обитания от неблагоприятных природных процессов (подтопления, затопления и т. п.).

Различают системы инженерного обеспечения:

- централизованные [имеющие единые источники (головные сооружения) для всего градостроительного образования (город, район)] системы телекоммуникаций, электроснабжения, газоснабжения и в большинстве городов системы водоснабжения, теплоснабжения и бытовой канализации;
- децентрализованные [локальные – с источником, обеспечивающим группу потребителей (зданий)];
- индивидуально-обслуживающие одного потребителя (здание, сооружение).

Выбор схем, технологий и технических решений по развитию и преобразованию инженерной инфраструктуры на территории поселений должен осуществляться с учетом особенностей градостроительного освоения (новое строительство, реконструкция), потребительских требований к размещаемым объектам, объемов и источников финансирования.

Системы инженерного обеспечения должны проектироваться с учетом требований:

- надежности функционирования и устойчивости к чрезвычайным ситуациям;
- потребительских качеств поставляемых ресурсов и коммунальных услуг;
- ресурсосбережения (энергосбережения) в соответствии с принятыми решениями органов государственного управления.

Инженерное оборудование поселений – совокупность инженерных сетей и сооружений (водозаборы, электростанции, очистные сооружения, станции перекачки и другие), обеспечивающих ресурсоснабжение, удаление отходов и инженерную защиту объектов градостроительства (от поселения до здания).

Системы телекоммуникаций (связи) поселений обеспечивают передачу и прием потоков информации. Современный уровень обеспеченности населения Беларуси телефонной связью находится на уровне показателей развитых европейских стран. При размещении предприятий, зданий и сооружений связи, радиовещания и телевидения должны обеспечиваться условия, исключающие или уменьшающие до безопасного уровня воздействия электромагнитного излучения.

Системы энергоснабжения поселений в зависимости от вида используемого энергетического ресурса – энергоносителя – подразделяются на си-

стемы: электроснабжения (энергоноситель – электроэнергия), газоснабжения (природный газ), теплоснабжения (подогретая вода и пар).

Системы водоснабжения и водоотведения (канализации) взаимосвязаны. В них используется один и тот же объем воды, прошедший определенный технологический (в производстве), бытовой или органический (при потреблении человеком) цикл. Различают системы водоснабжения – хозяйственно-питьевого и технического, а также системы канализации – бытовой (хозяйственно-фекальной), производственной, дождевой.

Выбор способов размещения и прокладки подземных инженерных сетей при строительстве новых и реконструкции существующих поселений, жилых районов и микрорайонов проектируются комплексно – с учётом начертания улично-дорожной сети, размещения крупных потребителей, характера рельефа и других факторов.

Особенности трассировки инженерных сетей связаны с их техническими характеристиками и спецификой функционирования.

Сети энергоснабжения и водопровода прокладываются по кольцевой или полукольцевой схеме. Прокладка сетей канализации связана с рельефом местности и местоположением очистных сооружений, к которым они отводятся. Они проектируются по схеме «ствол – ветви». При этом наибольшее значение имеет трассировка «ствола» и «основных ответвлений» - канализационных коллекторов.

При **составлении проекта планировки города** должны быть определены: источники снабжения водой, теплом, газом, электроэнергией; трассы инженерных коммуникаций, подводящих воду, газ, тепло и т. д. от источника к потребителю; места выпуска сточных вод.

Источники снабжения выбирают в соответствии с конкретными природными и планировочными условиями на основе расчетов и строгого технико-экономического анализа. Для эксплуатации этих источников строят специальные сооружения: водозаборные станции с серией насосных и очистных сооружений, газгольдерные станции и газорегуляторные пункты (ГРП), ТЭЦ и понизительные подстанции, котельные, автоматические телефонные станции (АТС), опорные усилительные станции (ОУС) радиотрансляционной сети, трансформаторные подстанции (ТЦ) и др.

Подземные сети города, соединяющие эти сооружения с потребителями, представляют собой единую, сложную, непрерывно развивающуюся систему. В их состав входят:

– *трубопроводы водоснабжения* (хозяйственно-бытового, промышленного, поливочного), канализации (хозяйственно-бытовой, промышленной, общесплавной, дождевой), для отвода ручьев и речек, дренажные (для по-

нижения уровня грунтовых вод), тепло- и газоснабжения (высокого, среднего и низкого давлений), а также различные продуктопроводы (нефте- и бензопроводы и т. д.);

– *кабели* сильного тока (высокого и низкого напряжений) для промышленных целей и городского электротранспорта, для освещения зданий, улиц, а также кабели слабого тока (телефонные, телеграфные, радиотрансляционные, сигнализации и т. п.);

– *коллекторы* (общие и специализированные) для совместной или раздельной прокладки трубопроводов и кабелей.

В зависимости от места расположения и выполняемой функции подземные сети подразделяют на следующие виды:

– *внешние* (подводящие и отводящие), по которым подается от источников вода, газ, тепло в городские магистральные сети и отводятся от города стоки (загородные водоводы, самотечные и напорные трубопроводы канализации, загородные газопроводы высокого давления, главные теплопроводы от ТЭЦ до селитебной территории и т. д.);

– *городские, магистральные*, несущие в основном транзитные расходы;

– *разводящие* уличные сети, от которых устраивают ответвления к потребителям;

– *микрорайонные* сети, обслуживающие только население микрорайона;

– *домовые вводы и присоединения*.

Магистральные и разводящие сети водоснабжения должны быть кольцевыми, сети теплоснабжения и газоснабжения, как правило, – типовыми.

При формировании поперечного профиля улиц необходимо учитывать *требования к расположению* подземных сетей. Для большинства старых городов характерно размещение сетей под проезжей частью улиц, для современного градостроительства более рациональна прокладка подземных коммуникаций под тротуарами и полосами зеленых насаждений, что дает возможность при ремонтах и реконструкциях сетей не нарушать движения городского транспорта.

Глубина заложения подземных сетей зависит от глубины промерзания грунта в данном районе и от взаимного расположения различных видов подземных сетей. Различают две зоны различной глубины: мелкого и глубокого заложения. В зоне мелкого заложения (60–150 см, для средней полосы) укладывают кабели и трубопроводы теплофикации. В зоне глубокого заложения (более 150 см) прокладывают трубопроводы и общие коллекторы.

Размещение сетей в поперечном профиле улицы производят в зависимости от их заглубления: сети с меньшим заглублением укладывают ближе к зданиям, с большим — дальше от них.

В связи с постоянным развитием городов и повышением уровня их благоустройства число видов подземных сетей и их протяженность непрерывно увеличивается. При большой концентрации подземных инженерных сетей на магистральных улицах с интенсивным движением транспорта рациональна прокладка сетей в общих для них траншеях или *коллекторах*. Такие коллекторы создают благоприятные условия для эксплуатации и ремонта сетей без вскрытия поверхности улицы.

В общих коллекторах прокладывают водопроводные трубы, трубопроводы теплофикации и различные кабели. Газовые сети можно прокладывать в коллекторах только при наличии специальной вентиляции. В кабельных коллекторах размещают кабельные сети любого назначения.

Наиболее эффективным является устройство коллекторов из сборного железобетона. Размеры коллекторов определяют в зависимости от числа размещаемых трубопроводов и кабелей, системы их укладки и с учетом возможности осмотра сетей обслуживающим персоналом.

Инженерные сети следует размещать преимущественно в пределах поперечных профилей улиц и дорог: под тротуарами или разделительными полосами – инженерные сети в коллекторах, каналах или тоннелях, в разделительных полосах – тепловые сети, водопровод, газопровод, хозяйственную и дождевую канализацию.

На полосе между красной линией и линией застройки следует размещать газовые низкого давления и кабельные сети (силовые, связи, сигнализации и диспетчеризации).

При ширине проезжей части более 22 м следует предусматривать размещение сетей водопровода по обеим сторонам улиц.

При реконструкции проезжих частей улиц и дорог с устройством дорожных капитальных покрытий, под которыми расположены подземные инженерные сети, следует предусматривать вынос этих сетей на разделительные полосы и под тротуары. При соответствующем обосновании допускаются под проезжими частями улиц сохранение существующих, а также прокладка в каналах и тоннелях новых сетей. На существующих улицах, не имеющих разделительных полос, допускается размещение новых инженерных сетей под проезжей частью при условии размещения их в тоннелях или каналах; при технической необходимости допускается прокладка газопровода под проезжими частями улиц.

Прокладку подземных инженерных сетей следует, как правило, предусматривать: совмещенную в общих траншеях: в тоннелях – при необходимости одновременного размещения тепловых сетей диаметром от 500 до 900 мм, водопровода до 500 мм, свыше десяти кабелей связи и десяти силовых кабелей напряжением до 10 кВ, при реконструкции магистральных улиц и районов исторической застройки, при недостатке места в поперечном профиле улиц для размещения сетей в траншеях, на пересечениях с магистральными улицами и железнодорожными путями. В тоннелях допускается также прокладка воздуховодов, напорной канализации и других инженерных сетей. Совместная прокладка газо- и трубопроводов, транспортирующих легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, с кабельными линиями не допускается. Проектирование инженерных систем – <http://tehlib.com/arhitektura/inzhenernoe-oborudovanie/>.

При параллельной прокладке нескольких линий водопровода расстояние между ними следует принимать в зависимости от технических и инженерно-геологических условий в соответствии с нормативными требованиями.

Расстояние от бытовой канализации до хозяйственно-питьевого водопровода следует принимать, м: до водопровода из железобетонных и асбестоцементных труб – 5; до водопровода из чугунных труб диаметром до 200 мм – 1,5; диаметром свыше 200 мм – 3; до водопровода из пластмассовых труб – 1,5.

Расстояние между сетями канализации и производственного водопровода в зависимости от материала и диаметра труб, а также от номенклатуры и характеристики грунтов должно быть 1,5 м.

При параллельной прокладке газопроводов для труб диаметром до 300 мм расстояние между ними (в свету) допускается принимать 0,4 м, более 300 мм – 0,5 м при совместном размещении в одной траншее двух и более газопроводов.

При пересечении инженерных сетей между собой расстояния по вертикали (в свету) следует принимать в соответствии с нормативными требованиями.

На участках пересечения трубопроводы должны иметь уклон в одну сторону и быть заключены в защитные конструкции (стальные футляры, монолитные бетонные или железобетонные каналы, коллекторы, тоннели). Расстояние от наружной поверхности обделок сооружений метрополитена до конца защитных конструкций должно быть не менее 10 м в каждую сторону, а расстояние по вертикали (в свету) между обделкой или подошвой рельса (при наземных линиях) и защитной конструкцией – не менее 1 м.

Прокладка газопроводов под тоннелями не допускается.

При пересечении подземных инженерных сетей с пешеходными переходами следует предусматривать прокладку трубопроводов под тоннелями, а кабелей силовых и связи – над тоннелями.

Прокладка трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, а также со сжиженными газами для снабжения промышленных предприятий и складов по селитебной территории не допускается.

Размеры земельных участков для станций очистки воды в зависимости от их производительности следует принимать с учётом таблицы 1.2.

Размеры земельных участков очистных сооружений производительностью свыше 280 тыс. м³/сут следует принимать по проектам, разработанным в установленном порядке, проектам аналогичных сооружений или по данным специализированных организаций при согласовании с органами Санэпидемнадзора.

Таблица 1.2 – Размеры земельных участков для очистных сооружений канализации

Производительность очистных сооружений канализации, тыс. м ³ /сут	Размеры земельных участков, га		
	очистных сооружений	иловых площадок	биологических прудов глубокой очистки сточных вод
До 0,7	0,5	0,2	
Св. 0,7 до 17	4	0,5	0,2
" 17 " 40	6	9	6
" 40 " 130	12	25	20
" 130 " 175	14	30	30
" 175 " 280	18	55	–

Размеры земельных участков очистных сооружений локальных систем канализации и их санитарно-защитных зон следует принимать в зависимости от грунтовых условий и количества сточных вод, но не более 0,25 га, в соответствии с нормативными требованиями.

При отсутствии централизованной системы канализации следует предусматривать по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы сливные станции. Размеры земельных участков, отводимых под сливные станции и их санитарно-защитные зоны, следует принимать согласно действующим нормативным требованиям.

1.3 Обеспечение населения Республики Беларусь водой

Основным документом, регулирующим отношения, возникающие при владении, пользовании и распоряжении водами, и направленным на со-

здание условий для рационального использования и охраны вод, восстановления водных объектов, сохранения и улучшения водных экологических систем в нашей стране, является **Водный кодекс Республики Беларусь**, утверждённый 15 июля 1998 г. № 191-З. Водное хозяйство является одной из базовых отраслей, успешное функционирование которой обеспечивает основу стабильного и устойчивого развития хозяйственного комплекса страны.

На сегодняшний день 1 млрд человек земного шара лишены доступа к очищенной воде, 2 млрд не имеют доступа к санитарно-техническим услугам. Известно, что на 1 человека расходуется от 150 до 600 литров воды в сутки с учётом расхода на производство промышленных и сельскохозяйственных продуктов.

Всемирная организация здравоохранения установила что, из 75 развивающихся стран мира только 6 имеют удовлетворительную систему водоснабжения, и лишь 30 % в этих странах получают необходимое количество доброкачественной воды.

Вода – неперемнная составная часть всех живых организмов, жизнедеятельность которых без воды невозможна. В организмах животных и растений содержится 50–99 % воды. В организме взрослого человека воды содержится около 65 %. Для нормального течения физиологических процессов в организме человека и для создания благоприятных санитарных условий жизни людей очень важно гигиеническое значение воды. Качество питьевой воды служит основой эпидемической безопасности и здоровья населения. Доброкачественная по химическим, микробиологическим, органолептическим и эстетическим свойствам вода является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня населения, обеспеченного централизованным водоснабжением. В развитых странах качеству питьевой воды государство и органы здравоохранения уделяют особое внимание.

Количество воды, обычно потребляемое в физиологической норме, колеблется в зависимости от характера вводимой пищи, содержания в ней солей, метеорологических и других условий, и при средней работе составляет от 2,5 до 4 л/сут. Лишение организма воды опасней для него, чем лишение его пищи. Без пищи человек может прожить более месяца, без воды – несколько дней. Становится ясно, насколько важно обеспечить население водой высокого качества, пригодной для удовлетворения жизненно важных для человека потребностей, еды, питья (<http://laintech.ru/public-open25.html>).

Обеспеченность водными ресурсами на душу населения в Республике Беларусь (5,8 тыс. м³) выше среднеевропейской (4,2 тыс. м³) и значительно выше, чем в соседних странах – Польше и Украине (1,7 тыс. м³). Общие поверхностные водные ресурсы республики составляют 58 км³, причем 34 км³ формируется в пределах республики (http://www.belst.by/new_page_531_8/ – Государственная программа по водоснабжению и водоотведению “Чистая вода” на 2011–2015 годы).

Количественные и технические показатели систем водоснабжения и водоотведения в жилищно-коммунальном хозяйстве Беларуси (по состоянию на 1.01.2014 г.):

- установленная мощность водопровода – 4,6 млн м³/сут;
- имеются 8890 артезианских скважин, 384 станции обезжелезивания, 788 водопроводных насосных станций;
- одиночная протяженность водоводов и водопроводной сети – 31,1 тыс км;
- установленная мощность канализации – 3,4 млн м³/сут;
- имеются 2450 канализационных насосных станций, 1250 очистных сооружений канализации;
- одиночная протяженность канализационной сети – 15,2 тыс км.

Питьевое обеспечение населения Беларуси производится в основном из подземных источников, что позволяет получать хорошую, качественную воду. Ресурсы пресных подземных вод оцениваются по территории республики в 49,6 млн м³/сут. Разведано 264 месторождения с общими запасами более 6 млн м³/сут. Разрабатывается 158 месторождений, годовой отбор из которых составляет порядка 2,5 млн м³/сут.

Согласно докладу ООН/ПРООН «Показатели развития человека» Беларусь входит в группу из 34 стран, население которых имеет 100%-й устойчивый доступ к улучшенным источникам воды (по количеству, качеству и близости нахождения источников воды).

В Республике Беларусь в 2014 году удельное потребление воды составило 160–180 литров на 1 чел./сут (4,8–5,4 м³/месяц), что выше показателей развитых европейских стран (в Германии, Франции, Швеции этот показатель 130–180 литров на 1 чел./сут, или 4–5,5 м³/месяц).

1.4 О Государственной программе по водоснабжению и водоотведению “Чистая вода” на 2011–2015 годы

Целями Государственной программы являются повышение обеспеченности населения питьевой водой нормативного качества, сохранение окружающей среды. Она позволяет осуществлять преобразования в секторе во-

доснабжения и водоотведения, направленные на повышение качества оказываемых услуг и эффективности управления.

Для достижения указанных целей решаются следующие **задачи**:

- повышение обеспеченности населения централизованным водоснабжением с питьевой водой нормативного качества;
- снижение вредного воздействия на окружающую среду путем строительства, реконструкции и модернизации очистных сооружений канализации.

Основными **направлениями развития** систем водоснабжения и водоотведения на 2011–2015 годы являются:

- обеспечение централизованным водоснабжением с питьевой водой нормативного качества жителей городов и поселков городского типа, а также агрогородков;
- снижение потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения;
- развитие систем хозяйственно-бытовой канализации населенных пунктов.

При реализации проектов по строительству и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения селитебных территорий (городов и поселков городского типа), направленных, прежде всего, на улучшение качества очистки питьевых и сточных вод, приоритетным будет использование услуг, включая проектирование, инжиниринг (мониторинг и техническая оценка работы сооружений и оборудования, подбор технологических схем и технологий при минимальных эксплуатационных расходах, подготовка технической документации к конкурсным торгам, последующие услуги и консультации), строительство объектов "под ключ", поставку и монтаж технологического оборудования, пусконаладочные работы, гарантийное и сервисное обслуживание и другое, что должно обеспечить единую ответственность за выход этих систем на проектные технологические и эксплуатационные параметры и экономию финансовых средств.

Известные политические и экономические события в конце XX века весьма негативно отразились на состоянии и развитии одной из основных инженерных систем жизнеобеспечения – системы городского водного хозяйства. В Беларуси около 60 % водопроводных и канализационных сетей находятся в ветхом состоянии. Не лучшим образом обстоят дела и с сооружениями очистки природных и сточных вод. Однако в последние годы начата их активная модернизация и реконструкция. (<http://polymercon.com/publications/survey/problems-of-water-supply-and-sanitation-small-neselennyh-points-the-experience-of-belarus/>).

Определяющим звеном в выработке новой технической политики развития систем водоснабжения и водоотведения является ее национальная

нормативная база, в частности, разрабатываемые строительные нормы (СНБ и др.).

Сегодня в Беларуси только Минск имеет два типа источников питьевого водоснабжения – поверхностный и подземный. Доля питьевой воды из подземных источников составляет примерно 70 % в общем объеме, из поверхностного – соответственно 30 %. Жители Фрунзенского, Московского и часть Октябрьского районов г. Минска потребляют питьевую воду из поверхностного источника водоснабжения после соответствующей водоподготовки до требований действующих санитарных норм. Детальным планом развития Минска предусмотрено перевести столицу на подземные источники к 2020 году.

Жители остальных регионов Республики Беларусь потребляют воду из подземных источников водоснабжения.

Несмотря на выполнение значительного объема работ по развитию централизованного водоснабжения и водоотведения, остаются нерешенными следующие **проблемы**:

- недостаточный уровень обеспеченности населения централизованным водоснабжением, особенно в сельской местности (не обеспечено около 1,4 млн человек, в том числе 0,3 млн человек городского и 1,1 млн человек сельского населения);

- недостаточный уровень обеспеченности населения питьевой водой нормативного качества из систем централизованного водоснабжения (около 2 млн человек используют воду с содержанием железа выше санитарной нормы – 0,3 мг на литр);

- несоответствие санитарным требованиям воды из источников нецентрализованного водоснабжения. Под контролем учреждений государственного санитарного надзора находится 42,6 тыс. общественных источников нецентрализованного водоснабжения. Около 40 % исследованных проб не соответствовали требованиям по санитарно-химическим и около 16 % – по микробиологическим показателям. Основное несоответствие нормативам по санитарно-химическим показателям зарегистрировано по содержанию нитратов (40 % от нестандартных проб), общей жесткости (13 %), органолептическим свойствам (10 %), содержанию железа (8 %), аммиака (2 %). Несответствие санитарным требованиям воды в шахтных колодцах связано как с сельскохозяйственной деятельностью (внесение органических и минеральных удобрений), так и с нарушением санитарно-гигиенических правил при размещении, оборудовании и эксплуатации колодцев;

- высокий физический износ очистных сооружений канализации, отсутствие современных технологий и оборудования для очистки сточных вод, в том числе от биогенных элементов (азота и фосфора), а также недостаточ-

ный уровень автоматизации и диспетчеризации технологических процессов. Очистные сооружения канализации построены преимущественно в 1970-е годы и требуют проведения комплексной реконструкции и модернизации, в первую очередь в районных центрах. Кроме того, за последние 10 лет организациями жилищно-коммунального хозяйства принято от сельскохозяйственных и других организаций в сельской местности 2,9 тыс км канализационных сетей, более 700 очистных сооружений канализации, 1080 канализационных насосных станций, как правило, в неудовлетворительном техническом состоянии. Первоочередные работы по приведению переданных объектов в надлежащее состояние проведены, однако большинство объектов требует реконструкции и модернизации;

– сброс в централизованные системы водоотведения недостаточно очищенных производственных сточных вод вследствие несовершенства технологий очистки и неудовлетворительной эксплуатации действующих локальных очистных сооружений, особенно организациями молочной промышленности.

1.5 Характеристика показателей качества воды

Вода является лучшим растворителем, присутствующим в природной среде. Поэтому в ней также содержатся почти все химические элементы и соединения, присутствующие в земной коре. Они выступают в различных концентрациях в зависимости от их степени растворимости и многих разнообразных физико-химических процессов.

Природные воды отличаются разнообразием примесей, количество и состав которых зависит от условий формирования водного источника и состояния его охраны. Концентрация соединений в природных водах колеблется в среднем от нескольких микрограммов на литр (мкг/л) до нескольких десятков граммов на литр (г/л.).

Различают физические, химические, и микробиологические **свойства воды**.

Физические свойства воды: температура, прозрачность, мутность, цветность, содержание взвешенных частиц, запах, вкус.

Наиболее стабильную *температуру* имеют воды подземных источников – 5–10 °С. Температура воды в водоемах зависит от времени года, климата, условий питания, сброса сточных вод и других факторов.

Прозрачность характеризуется максимальной высотой столба воды, через которую виден крест с толщиной линии 1 мм или определенного размера шрифт. Прозрачность выражают в сантиметрах «по шрифту» или «по кресту».

Мутность определяют в лабораторных условиях мутномером, нефелометром-калориметром или фотометрическим путем. Выражается в миллиграммах на литр (мг/л). В отличие от подземных, вода поверхностных источников отличается большим разнообразием взвешенных и коллоидных частиц как по качественному, так и по количественному составу. Свойства взвеси зависят от условий питания, скорости течения и степени размываемости берегов. В зависимости от количества взвешенных частиц воды поверхностных источников подразделяются на маломутные – до 50, средней мутности – от 50 до 250, мутные – от 250 до 2500, высокомутные – более 2500 мг/л.

Цветность воды. Чистые природные воды обычно бесцветны или имеют голубоватый оттенок. Вода, загрязненная органическими веществами в результате вымывания из почв и торфяников, приобретает желтый или коричневый цвет. Эти органические вещества принято объединять под общим названием гумусовые. Окраску природным водам придают в основном органические коллоидные соединения. Цветность вод подземных источников зависит от содержания закисного железа, соединений серы, марганца и других элементов. Иногда вода приобретает несвойственный ей цвет из-за сброса в водоем неочищенных сточных вод. Цветность измеряют в градусах платиново-кобальтовой шкалы путем сравнения цвета исследуемой воды с эталонными растворами. Природные воды по цветности подразделяются на малоцветные с цветностью до 35 град и цветные – более 35 град.

Взвешенные вещества представляют собой частицы размерами от 100 мкм до 1 мм. Основной их особенностью является способность выделяться из воды под действием силы тяжести (осаждаться). Взвеси задерживаются при фильтровании воды через бумажные фильтры. О количестве взвеси в воде судят по увеличению массы фильтра. Точное количественное определение взвешенных веществ весовым способом отнимает много времени, поэтому при проведении экспресс-анализов о содержании взвешенных веществ судят по прозрачности и мутности воды.

Привкусы и запахи характеризуют *органолептические свойства* воды, которые имеют главным образом биологическое происхождение как результат жизнедеятельности и отмирания водных растений, плесневелых грибов, пленочных бактерий, а также, как следствие, при «цветении» воды поверхностных источников. Загрязнение водоемов бытовыми, промышленными сточными водами, содержащими ароматические углеводороды, спирты, фенолы, альдегиды и прочие органические вещества, ухудшают органолептические свойства воды. С запахом тесно связан и вкус воды. Как правило, вещества, изменяющие запах воды, придают ей вкус или привкус. Кислый вкус вызывается органическими кислотами: яблочной, щавелевой, муравьи-

ной, винной и др. Сладкий и горький привкусы обуславливаются наличием в воде низкомолекулярных органических соединений. Наиболее распространенной причиной ухудшения органолептических свойств подземной воды является присутствие в ней повышенных концентраций сероводорода, железа, марганца, сульфатов и хлоридов. Например, при содержании железа более 1 мг/л вода приобретает затхлый запах и неприятный вкус. Солёный вкус в большинстве случаев вызывается растворенными солями.

Химические свойства воды определяются составом растворенных в воде солей и газов. К ним относятся: активная реакция, солесодержание, жесткость, щелочность, растворенные газы.

Активная реакция воды обусловлена концентрацией водородных ионов. Практически пользуются не самой концентрацией водородных ионов, а водородным показателем pH. Водородный показатель равен отрицательному десятичному логарифму концентрации водородных ионов в воде, т.е. $pH = -\lg[H^+]$. Значение pH характеризует активную кислотность воды: при $pH = 7$ и температуре 25 °С вода нейтральна; при $pH < 7$ – вода кислая; при $pH > 7$ – вода щелочная.

Солесодержание. В природных водах, используемых для бытовых целей, обычно присутствуют анионы и катионы, от которых в основном и зависят вкусовые и санитарно-гигиенические свойства воды. Поэтому природные воды в основном классифицируют по степени минерализации.

В природных водах наиболее распространены катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , анионы HCO_3^- (бикарбонатный), Cl^- (хлоридный), SO_4^{2-} (сульфатный), NO_3^- (нитратный). Остальные ионы содержатся в незначительных количествах, хотя в некоторых случаях существенно влияют на свойства природной воды. Общее солесодержание измеряют в миллиграммах на литр (мг/л).

Жесткость. Важное санитарно-гигиеническое и технологическое значение имеет количество находящихся в воде отдельных ионов. Так, от концентрации ионов кальция и магния зависит жесткость воды. По качественному составу различают жесткость общую, карбонатную (временную) и некарбонатную (постоянную), кальциевую и магниевую. Хлориды и сульфаты, как и повышенное солесодержание, могут вызвать сдвиги в водосолевом обмене у людей. Такие изменения обнаружены у лиц, длительно употребляющих воду с солесодержанием 2–3 г/л. Изменения секреторной и моторной деятельности желудка наблюдались при солесодержании в воде 1 г/л сульфат-ионов и 0,5 г/л хлорид-ионов. Наличие в воде железа и марганца может вызвать изменение цветности воды. Выпадающий из воды осадок гидрата окиси четырехвалентного марганца $Mn(OH)_4$ имеет буро-черную, а гидрата окиси железа $Fe(OH)_3$ – красновато-коричневую окраску. При $pH < 7,5$ и наличии в воде железа создаются благоприятные условия для интенсивного развития железо-

бактерий, колонии которых образуют бугристые отложения на стенках труб. Так как у большинства природных вод $pH > 3,5$, то трехвалентное железо может быть только в коллоидной форме или в виде суспензии. Азотосодержащие соединения в воде представлены ионами аммония NH_4^+ , нитритами NO_2^- и NO_3^- . Наличие аммонийных и нитритных соединений служит косвенным показателем недавнего загрязнения воды бытовыми сточными водами. Однако следует учесть, что азотосодержащие соединения образуются и при выщелачивании горных пород. Фтор играет важную санитарно-гигиеническую роль. При избытке его в питьевой воде (более 1,5 мг/л) наблюдается образование пятен на эмали зубов, а при недостатке (менее 0,5 мг/л) – кариес зубов. Отсутствие йода в питьевой воде связывают с распространением эндемического зоба. Однако специально йод в воду не добавляют, а в районах с содержанием его в воде менее 0,01 мг/л снабжают население йодированной поваренной солью.

Важным показателем качества природных вод является как общая *щелочность*, так и ее составляющие гидратная, бикарбонатная и карбонатная щелочности. Щелочность природной воды чаще всего зависит от количества растворенных в ней солей угольной кислоты. Однако кроме них в воде могут быть и другие карбонатные соединения: углекислый газ и молекулярная угольная кислота. Концентрация последней очень мала по сравнению с содержанием углекислоты, поэтому ее в расчетах не учитывают.

Наиболее распространенными в природной воде *растворенными газами* являются кислород, углекислый газ, сероводород и метан. Кислород попадает в воду из воздуха, где его содержится около 21 % от общего количества газов. На поверхности водоема концентрация кислорода близка к равновесной, а в глубинных слоях она уменьшается. В воде подземных источников кислорода обычно меньше, чем его может раствориться. Углекислый газ образуется вследствие распада карбонатных соединений при выщелачивании горных пород или в результате биохимических процессов окисления органических веществ как в самих водоемах, так и в почве. Метан нередко можно обнаружить в водах болотного происхождения, где протекают процессы гниения. Удалять метан из воды необходимо потому, что он может создать взрывоопасную концентрацию в воздухе над уровнем воды в резервуарах и очистных сооружениях. Сероводород содержится в некоторых подземных водах, а в поверхностных источниках появляется при загрязнении производственными сточными водами. Сероводород придает воде неприятный запах. Если в воде одновременно присутствует и железо, то образуется тонкодисперсный осадок сульфида железа черного цвета. При наличии сероводорода интенсивно развиваются серобактерии и интенсифицируются процессы коррозии труб.

Микробиологические свойства воды зависят от количества содержащихся в ней различных форм бактерий, вирусов, простейших и высших организмов. Наибольшую опасность для человека представляют патогенные (болезнетворные) микробы. Поэтому при организации хозяйственно-питьевого водоснабжения ведется санитарно-бактериологический контроль за качеством питьевой воды. *Цель контроля* – не допустить появления в воде болезнетворных микроорганизмов. Оценка бактериальной загрязненности воды осуществляется по общему числу бактерий в одном миллилитре воды и показательному микроорганизму – кишечной палочке. Выбор кишечной палочки обоснован следующими соображениями:

1 Кишечная палочка присутствует в кишечном тракте человека и потому характеризует загрязненность воды бытовыми сточными водами.

2 Определение и количественный учет кишечных палочек ведется просто и достаточно быстро.

3 Кишечная палочка отмирает в воде несколько медленней, чем другие патогенные микроорганизмы, поэтому ее уничтожение гарантирует ликвидацию значительной части болезнетворных микробов. Критерием загрязненности является или коли-титр, показывающий, в каком количестве воды (мл) находится одна палочка, или коли-индекс, показывающий, сколько кишечных палочек обнаружено в одном литре воды.

Природные водные источники характеризуются разнообразными физико-химическими и санитарно-бактериологическими свойствами. Выбор метода очистки воды зависит от ее качества и требований водопотребителей. Чтобы объединить все многообразие примеси в ограниченное число групп с общим для каждой группы набором методов очистки воды профессор Л.А. Кульский предложил классифицировать примеси, находящиеся в воде, по их фазово-дисперсному состоянию. В основу классификации примесей (таблица 1.3) по группам положены размеры частиц.

Таблица 1.3 – Классификации примесей в воде

Группа	Вид примеси	Размер (см)	Название	Характерные признаки	Методы очистки
1	Нерастворимые соединения	10^{-5}	Взвеси	Мутность, цветность	Отстаивание, фильтрование, агрегация, адгезия
2	Коллоидные примеси и высокомолекулярные соединения	$K > 10^{-5} - 10^{-6}$	Природный гумус, тонкодисперсные глины, вирусы, болезнетворные микроорганизмы	Цветность, частично мутность	Коагулирование, агломерация
3	Молекулярно растворимые соединения	$10^{-6} - 10^{-7}$	Растворенные газы	Привкус, запах	Аэрирование, окисление, адсорбция
4	Диссоцииру-	$> 10^{-7} - 10^{-8}$			Ионный обмен,

	щле на ионы вещества				испарение, вымо- раживание, элект- тролиз, обратный осмос
--	-------------------------	--	--	--	--

Оптимальный состав сооружений для обработки воды будет зависеть от технико-экономической целесообразности применения той схемы или установки, в которой наиболее полно проявляют себя физико-химические процессы, необходимые для решения задачи по очистке воды. После прохождения стадии очистки показатели качества воды должны удовлетворять следующим предельно допустимым значениям:

1 *Мутность* (содержание взвешенных веществ): количество взвешенных веществ в воде, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей, – $\leq 1,5$ мг/л.

2 *Цветность* – ≤ 20 град.

3 *Запахи и привкусы воды*: при подогревании питьевой воды от $t = 20$ до 60 °С запах и привкус – не более 2 баллов.

4 *Температура* воды – $t = 7...12$ °С.

5 *Жесткость* воды. Обуславливается содержанием солей кальция Са и магния Mg. Различают карбонатную и некарбонатную. Суммарная жесткость воды называется общей жесткостью. Общая жесткость – ≤ 10 мг-экв/л.

6 *Содержание газов*: кислорода O_2 , углекислоты CO_2 и сероводорода H_2S . Присутствие H_2S в хозяйственно-питьевой воде не допускается.

7 *Содержание соединений железа* – $\leq 0,3$ мг/л.

8 *Содержание азотистых соединений* – ≤ 10 мг/л.

9 *Содержание сульфатов и хлоридов*: сульфатов – 500, хлоридов – 350 мг/л.

10 *Содержание фтора* – 0,7–1,2 мг/л.

11 *Содержание растворенных веществ* (сухой остаток) – ≤ 1000 мг/л.

12 *Активная реакция воды (рН)*: при нейтральной реакции $pH = 7$, кислой – $pH \leq 7$, щелочной – $pH > 7$. Хозяйственно-питьевая вода должна иметь $pH = 6,5...8,5$.

13 *Бактериальная загрязненность* воды – не более 100 бактерий в 1 мл.

1.6 Основные методы очистки воды для хозяйственно-питьевых целей

Для того чтобы улучшить качество хозяйственно-питьевой воды, необходимо использовать определённые **методы очистки воды**: коагулирование и отстаивание, фильтрование и обезжелезивание.

Коагулирование – это процесс укрупнения мельчайших коллоидных и дисперсных частиц, происходящий вследствие их взаимного сли-

пания под действием сил молекулярного притяжения. Коагуляция завершается образованием хлопьев. В процессе коагуляции они выделяются из жидкой среды.

Коллоидные частицы, обладая электрическим зарядом, взаимно отталкиваются, что препятствует их укрупнению. Для устранения этого препятствия в обрабатываемую воду, содержащую обычно отрицательно заряженные коллоидные частицы, вводят коагулянты, образующие положительно заряженные коллоиды. Взаимодействие тех и других коллоидных частиц приводит к нейтрализации их зарядов и образованию более крупных частиц в виде хлопьев. В качестве коагулянтов чаще всего применяют сернокислый алюминий (сернокислый глинозем), сернокислое железо закисное (железный купорос), сернокислое железо окисное, хлорное железо.

Доза коагулянта зависит от мутности и цветности воды и для природных вод обычно составляет примерно 20–50 мг/л.

Отстаивание применяют для того, чтобы выделить из воды взвешенные вещества, которые выпадают в осадок и скапливаются на дне отстойника, потому что плотность взвешенных частиц превышает плотность осветляемой воды. Скорость осаждения зависит от формы, размеров, плотности, шероховатости частиц и температуры воды.

Для полного осветления воды необходимо очень много времени и поэтому на практике ограничиваются только определенной продолжительностью отстаивания.

Время отстаивания вод разных источников различно, поэтому и скорость выпадения взвешенных частиц различна. Ориентировочно скорость осаждения в отстойниках принимается: для цветных вод с содержанием взвешенных веществ до 200–250 мг/л и с применением коагулирования – 0,35–0,45 мм/с; для мутных вод с содержанием взвешенных веществ более 250 мг/л и с применением коагулирования – 0,5–0,6 мм/с; для мутных вод без коагулирования – 0,12–0,15 мм/с.

Для отстаивания воды применяют отстойники.

Фильтрация является одним из самых распространенных методов улучшения качества воды, который позволяет довести ее качество до требований ГОСТ для питьевой воды. При фильтрации из воды выделяются всевозможные частицы, в том числе и коллоиды.

В зависимости от фильтрующего материала фильтры делятся на зернистые, сетчатые, тканевые и каркасные, или намывные. Наиболее широко применяются *зернистые фильтры*.

В фильтрах с зернистой загрузкой вода осветляется за счет прилипания (адгезии) частиц взвесей к зернам фильтрующего слоя под действием молекулярных сил сцепления. Поэтому интенсивность прилипания тем больше, чем меньше агрегативная устойчивость взвесей в воде, поступающей на фильтрацию. Если ввести в воду небольшую дозу коагулянта или флокулянта, то можно снизить агрегативную устойчивость взвесей.

В качестве фильтрующего материала в фильтрах с зернистой загрузкой используют кварцевый песок, шамотную крошку, дробленый малозольный или обеззоленный антрацит, мраморную крошку, гранулированный доменный шлак и другие материалы.

Обезжелезивание воды необходимо проводить при превышении содержания в подземных водах растворенного закисного железа, карбонатов, бикарбонатов и комплексных железоорганических соединений.

В поверхностных водах железо встречается в виде коллоидных или тонкодисперсных взвесей гидроокиси, гидрозакиси, сульфата или в виде комплексов сложного состава.

Применяют следующие методы обезжелезивания (деферризации) воды:

- *глубокая аэрация* с последующим отстаиванием при использовании тонкослойных модулей и фильтрования;
- *упрощенная аэрация* с последующим одно- или двухступенчатым фильтрованием;
- *реагентный метод* с предварительной аэрацией, предусматривающий использование окислителей или извести, с последующим отстаиванием в тонком слое и фильтрованием и др.

Обезжелезивание подземных вод производят аэрационными методами.

Комплекс аэрации (рисунок 1.4) предназначен для насыщения воды кислородом, с целью предварительного окисления растворенного железа. Кислород выступает в качестве активного элемента для работы фильтрующей среды следующей ступени и является альтернативным решением дозирования реагентов. Включение и выключение компрессора происходит автоматически по сигналу импульсного водосчетчика.



Рисунок 1.4 – Состав комплекса аэрации:
импульсный водосчетчик; компрессор; аэрационная колонна
(<http://www.rosafilter.ru/UPLOAD/user/image/aeraciya.png>)

Электронная библиотека БелГУта

2 СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

2.1 Классификация систем водоснабжения

Система водоснабжения – комплекс взаимосвязанных устройств и сооружений, обеспечивающих потребителей водой в требуемом количестве и заданного качества. Система водоснабжения включает в себя устройства и сооружения для забора воды из источника водоснабжения, ее обработки, хранения, транспортирования, регулирования подачи и распределения между потребителями.

Схема водоснабжения – последовательное расположение этих сооружений от источника до потребителя, а также взаимное расположение их относительно друг друга.

Системы водоснабжения проектируются в соответствии с требованиями по проектированию наружных сетей и сооружений водоснабжения, а также других нормативно-технических рекомендаций и требований, предъявляемых к воде потребителями. При этом необходимо учитывать местные условия, многообразие которых приводит к тому, что система водоснабжения любого объекта по-своему уникальна и неповторима.

Все многообразие встречающихся на практике систем водоснабжения классифицируется по следующим основным признакам:

1) *назначению* – хозяйственно-питьевые, противопожарные, производственные, сельскохозяйственные;

2) *видам обслуживаемых объектов* – городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и т. д.;

3) *территориальному признаку (охвату)* – локальные (одного объекта) или местные, групповые или районные, обслуживающие группу объектов, внеплощадочные, внутриплощадочные;

4) *характеру используемых природных источников* – из поверхностных (реки, озера, водохранилища, моря, океаны), из подземных (артезианские, грунтовые), смешанного питания (при использовании различных видов водоисточников);

5) *способам подачи воды* – самотечные (гравитационные), напорные (с механической подачей воды с помощью насосов), комбинированные.

Перечисленные типы систем могут быть как самостоятельными, так и объединенными. Объединяют системы в том случае, если требования, предъявляемые к качеству воды, одинаковые или это выгодно экономически.

Системы водоснабжения в населенных пунктах предусматривают, как правило, централизованными. При этом в зависимости от местных условий и экономической целесообразности они могут быть отдельными – с собственными источниками водоснабжения для каждой из зон (селитебной или производственной) или объединенными – с общим источником водоснабжения для обеих зон.

На основе технико-экономических расчетов часто устраивают объединенные системы водоснабжения: хозяйственно-противопожарные, производственно-противопожарные или производственно-хозяйственно-противопожарные. Так, в городах и поселках обычно устраивают единый хозяйственно-противопожарный водопровод. На промышленных предприятиях, как правило, сооружают два отдельных водопровода – производственный и хозяйственно-противопожарный. Объединенный производственно-хозяйственно-противопожарный водопровод устраивают тогда, когда для технологических нужд предприятия требуется небольшое количество воды питьевого качества. На некоторых промышленных предприятиях устраивают специальные противопожарные водопроводы.

Системы водоснабжения могут обслуживать как один объект, например город или промышленное предприятие, так и несколько объектов. В последнем случае эти системы называют *групповыми*. Систему водоснабжения, обслуживающую несколько крупных объектов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, называют районной системой водоснабжения, или *районным водопроводом*. Небольшие системы водоснабжения, обслуживающие одно здание или небольшую группу компактно расположенных зданий из близлежащего источника, называют обычно *местными* системами водоснабжения.

В случаях, когда отдельные части территории имеют значительную разницу в отметках, устраивают *зонные* системы водоснабжения. При таком рельефе местности в сети для высокорасположенных участков насосы должны поддерживать высокое давление, которое недопустимо в сети для низкорасположенных участков (обычно при шести-восьмиэтажной застройке в сети поддерживается давление не более 0,6 МПа). В связи с этим водопроводную сеть разбивают на зоны, для каждой из которых устанавливают требуемый напор.

По надежности подачи воды системы водоснабжения подразделяются на *три категории* (СНБ 4.01.01-03):

1 – допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода на срок не более 3 суток и на производ-

ственные нужды до предела, установленного аварийным графиком работы предприятия; длительность снижения подачи воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы, но не более чем на 10 мин;

II – допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода на срок не более 10 суток и на производственные нужды до предела, установленного аварийным графиком работы предприятия; длительность снижения подачи воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы, но не более чем на 6 часов;

III – допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода на срок не более 15 суток и на производственные нужды до предела, установленного аварийным графиком работы предприятия; длительность снижения подачи воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы, но не более чем на 24 часа.

Элементы системы хозяйственно-противопожарного водоснабжения II категории, повреждение которых может нарушить подачу воды на пожаротушение, должны относиться к I категории.

Системы водоснабжения населенных пунктов при числе жителей более 50 тыс. человек следует относить к I категории; от 5 тыс. до 50 тыс. человек – к II; менее 5 тыс. человек – к III.

По сфере обслуживания устраивают системы водоснабжения *раздельные, объединенные и единые*.

По совпадению требований к качеству воды системы могут быть объединены. Чаще всего объединяют хозяйственно-питьевые и противопожарные системы в городах и поселках.

Единый производственно-хозяйственно-противопожарный водопровод устраивают тогда, когда для технологических нужд предприятия требуется вода питьевого качества.

Системы водоснабжения могут обслуживать не только один объект (город или промышленное предприятие), но и несколько объектов, тогда они называется *групповыми сетями*.

Если системы водоснабжения обслуживают несколько крупных объектов, их называют *районными системами* водоснабжения.

Небольшие системы водоснабжения, обслуживающие небольшую группу компактно расположенных зданий из близлежащего источника, называют *местными системами* водоснабжения.

Зонные системы водоснабжения устраивают, когда отдельные части

территории города имеют значительную разницу в отметках поверхности земли. В этом случаи водопроводную сеть разбивают на зоны, для каждой из которых устраивают требуемый напор в системе водоснабжения.

2.2 Сравнение схем водоснабжения городских территорий и промышленных предприятий

Под **схемой водоснабжения** понимают генеральный план объекта водоснабжения с указанными на нем всеми водопроводными сооружениями. Проектирование схем водоснабжения осуществляется на основе генеральных планов городов (первая очередь – на срок 8–10 лет и перспектива – на срок 20–25 лет) и промышленных предприятий. Схема водоснабжения зависит от многих факторов, из которых главными являются: расположение, мощность и качество воды источника водоснабжения, рельеф местности и кратность использования воды на промышленных предприятиях.

Схема водоснабжения города состоит из следующих основных элементов:

- 1) водозаборные (водоприёмные) сооружения;
- 2) водоподъемные сооружения, т. е. насосные станции, подающие воду к очистным сооружениям (насосная станция I подъема) или потребителям (насосная станция II подъема);
- 3) очистные сооружения;
- 4) башни и резервуары, накапливающие запасы чистой воды или регулирующие напоры и расходы;
- 5) водоводы и сети трубопроводов, предназначенные для транспортирования воды от сооружения к сооружению или к потребителям.

На рисунке 2.1 показаны основные схемы водоснабжения города. Из источника вода забирается водоприемным сооружением и подается насосами насосной станции I подъема на очистные сооружения. После очистки и обеззараживания вода собирается в резервуарах чистой воды. Затем насосами насосной станции II подъема вода подается по водоводам б в сеть трубопроводов 8, разводящую воду потребителям.

Потребление воды в городах и на промышленных предприятиях в течение суток неравномерно. В городах в ночное время вода потребляется значительно меньше, чем днем. На промышленных предприятиях в начале и конце смен воды для производственных целей расходуется меньше, чем в середине смен.

Для сокращения размеров и обеспечения стабильной работы водоприемных и очистных сооружений, а также насосных станций I подъема их проектируют на равномерную производительность. Насосные станции II подъема проектируют с учетом необходимости изменения их производительности

сти. Подаваемый ими в отдельные часы суток объем воды должен быть близок к потребляемому расходу.

Резервуары чистой воды являются регулируемыми емкостями. Кроме того, в резервуарах чистой воды хранят запас воды для пожаротушения и собственных нужд очистных станций.

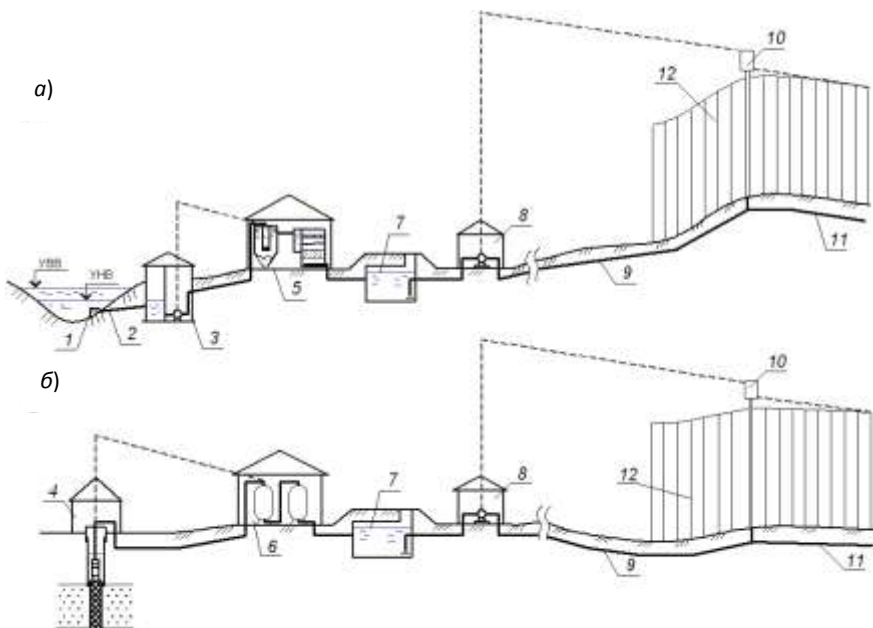


Рисунок 2.1 – Профиль схемы системы водоснабжения:

а – из поверхностного источника; *б* – из подземного источника;

- 1 – оголовок; 2 – самотечный трубопровод; 3 – береговой колодезь, совмещенный с насосной станцией первого подъема; 4 – водозаборные скважины; 5 – очистные сооружения речной воды; 6 – станция обезжелезивания; 7 – резервуары чистой воды; 8 – насосная станция второго подъема; 9 – водоводы; 10 – водонапорная башня; 11 – водопроводная сеть; 12 – жилая застройка и другие объекты водоснабжения

Для регулирования расходов воды, подаваемой насосными станциями II подъема и расходуемой потребителями, служат водонапорные башни. Они представляют собой утепленные резервуары, поднятые над землей на специальных конструкциях, называемых стволами. Высота водонапорных башен определяется исходя из условий обеспечения подачи потребителям воды с необходимыми напорами.

Состав сооружений системы водоснабжения зависит от вида источника водоснабжения и качества воды в нем, требований, предъявляемых к качеству воды потребителями, и ряда других факторов. При определенных

условиях необходимость в некоторых сооружениях) может отпасть, а некоторые сооружения могут быть совмещены.

В схеме водоснабжения города с подземным источником для забора подземных вод служат трубчатые колодцы с размещенными в них подгрудными насосами. В такой схеме насосная станция I подъема совмещена с водоприемными сооружениями, а очистные сооружения вообще отсутствуют. Возможность последнего решения объясняется высоким качеством подземных вод.

На представленных схемах показаны лишь основные сооружения. Система водоснабжения, как правило, имеет много дополнительных сооружений, обеспечивающих бесперебойную подачу воды потребителям. Между основными сооружениями располагают камеры переключения или распределительные устройства, обеспечивающие отключение или включение отдельных сооружений, насосов или оборудования. На водопроводной сети устраивают смотровые колодцы, в которых располагают задвижки для отключения отдельных участков сети, гидранты, служащие для пожаротушения, водоразборные колонки и другое оборудование.

Схемы водоснабжения промышленных предприятий отличаются от водоснабжения сельских территорий по характеру использования воды. В зависимости от технологического процесса они могут быть: прямоточные, оборотные и с повторным использованием воды.

В *прямоточных* системах вода после использования в технологическом процессе сбрасывается в канализацию или в водоем после очистки (рисунок 2.2). При прямоточном водоснабжении для производственных целей требуется вода непитьевого качества. В этом случае устанавливают две самостоятельные линии водоснабжения данного предприятия.

Оборотные системы, применяемые на промышленных предприятиях, представляют собой систему, в которой вода, участвующая в технологическом процессе, не сбрасывается в водоем, а после обработки возвращается в производственный цикл (рисунок 2.3). Потери воды, имеющие место в производстве, восполняются из сети водоснабжения.

В системах водоснабжения с *последовательным (или повторным) использованием воды* свежая вода, пройдя технологический цикл на одном производстве, участвует в технологическом процессе следующего производства. При использовании такой схемы необходимо, чтобы качество воды удовлетворяло требованиям каждого последующего технологического процесса.

При расположении вблизи промышленного предприятия поселка для него устраивают отдельный единый хозяйственно-противопожарный водопровод. Промышленные предприятия, расположенные на территории города, обычно получают воду на хозяйственно-питьевые нужды непосредственно из городского водопровода.

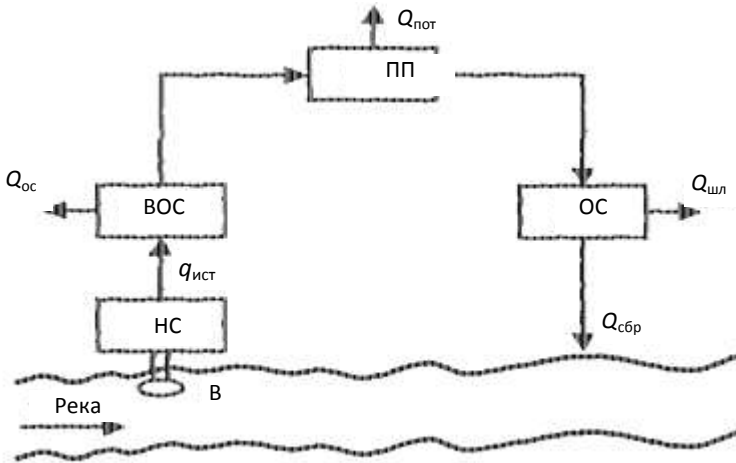


Рисунок 2.2 – Схема прямооточного водоснабжения промышленного предприятия:
 В – водозаборный узел; НС – насосная станция; ВОС – водопроводные очистные сооружения;
 ПП – промышленное предприятие; ОС – очистные сооружения сточных вод; $q_{ист}$ – забираемый
 из источника расход воды, $m^3/сут$; потери воды, $m^3/сут$; $Q_{ос}$ – на ВОС; $Q_{шл}$ – на ОС;
 $Q_{пот}$ – безвозвратные потери воды и безвозвратное водопотребление;
 $Q_{сбр}$ – расход воды, после очистки сбрасываемой в водоем

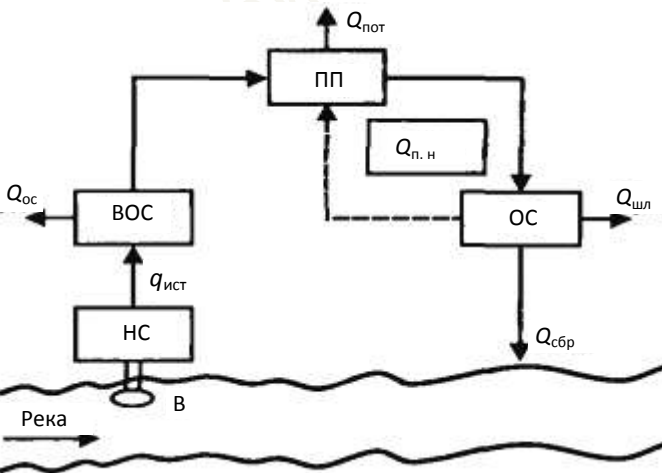


Рисунок 2.3 – Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия:
 $Q_{сбр}$ – расход воды, после очистки сбрасываемой в водоем, $m^3/сут$;
 $Q_{п.и}$ – расход воды повторного использования, $m^3/сут$ (<http://www.semireche.ru/page37.html>)

2.3 Определение норм и режимов водопотребления

2.3.1 Нормы водопотребления на различные нужды

Количество воды, расходуемое на определённые нужды в единицу времени или на единицу вырабатываемой продукции, называется **нормой водопотребления**. При этом следует различать нормы:

- на хозяйственно-питьевые нужды;
- производственные нужды;
- для тушения пожаров;
- полива улиц и зелёных насаждений.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах и на промышленных предприятиях различны.

В населенных пунктах и на промышленных предприятиях нормы хозяйственно-питьевого водопотребления назначают по требованиям СНБ 4.01.01–03 «Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования» (таблицы 2.1, 2.2). Качество питьевой воды перед поступлением в водопроводную сеть, а также в точки водоразбора должно соответствовать требованиям СанПиН 10-124 РБ – для централизованных систем питьевого водоснабжения и СанПиН 8 -83–98 РБ – для нецентрализованных.

Таблица 2.1 – Проектные нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения СНБ –А1 (в литрах в сутки на одного жителя)

Степень санитарно- технического оборудования зданий жилой застройки	Проектная норма водопотребления суточная (средняя за год), л/сут
Жилая застройка зданиями, оборудованными: – внутренним водопроводом и канализацией без ванн и душей	85
– внутренним водопроводом, канализацией и газоснабжением без ванн и душей	100
– внутренним водопроводом, канализацией, с ваннами и водонагревателями, работающими на твердом топливе	115
– то же, с газовыми водонагревателями	140
– внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением с душевыми	180
– то же, с ваннами, оборудованными душами	210
Жилая застройка зданиями, имеющими ввод водопровода	50
Жилая застройка с водопользованием из водоразборных колонок	30

На промышленных предприятиях вода расходуется рабочими и служащими на хозяйственно-питьевые нужды и для принятия душ. Проектные нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды на промышленных предприятиях в цехах с тепловыделениями свыше 80 кДж на 1 м²/ч составляет 45 л/сут на одного человека в смену; в остальных цехах – 25 л/сут на одного человека в смену (СНБ).

Нормы водопотребления для производственных нужд. Качество воды, подаваемое на технологические нужды, должно соответствовать технологическим требованиям с учётом ее влияния на выпускаемую продукцию. Обычно устанавливают нормы расходования воды на единицу вырабатываемой продукции (1 т металла, 1 т волокна и т. д.). Эти нормы разрабатываются технологами соответствующих производств с учетом принятой технологии.

Таблица 2.2 – Проектные нормы водопотребления на питьевые и хозяйственные нужды в жилых и общественных зданиях, на предприятиях

Наименование здания	Проектная норма водопотребления суточная (средняя за год), л/сут
Жилые дома квартирного типа:	
– с водопроводом и канализацией без	95
– с газоснабжением	120
– с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	150
– с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	190
– с централизованным горячим водоснабжением	195
– с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к благоустройству	360

Нормы потребления воды для тушения пожаров. Данные нормы назначают по требованиям технического кодекса ТКП 45-2.-138 «Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования». Расход воды на наружное пожаротушение на один пожар и расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте определяют по приложению А, таблице А.1.

Расход воды на наружное пожаротушение для зданий и сооружений в зависимости от класса здания принимается для расчета водопроводной сети микрорайона или квартала населенного пункта по приложению А, таблице А.2.

Расход воды на наружное пожаротушение зданий промышленных и

сельскохозяйственных предприятий должен приниматься как для здания, требующего наибольшего расхода воды, согласно степени огнестойкости и категории здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

На промышленных предприятиях отдельно учитывается расход воды для внутренних пожарных кранов с расходом по 2,5 л/с на число струй 1–2, а также принимается расчетное число одновременных пожаров на территории предприятия: 1 пожар при площади предприятия менее 150 га и 2 пожара – при большей площади. Расчетная продолжительность пожара – 2–3 часа.

Нормы потребления воды на полив улиц и зелёных насаждений. Проектные нормы расхода воды на мойку и поливку территорий, а также поливку зеленых насаждений в населенных пунктах и на предприятиях принимаются по СНБ 4.01.01–03.

Расчетный суточный расход на мойку и поливку территорий, м³/сут, согласно п.6.15 СНБ 4.01.01–03 определяется по формуле

$$Q_n = (\sum q_n A_n) / 1000, \quad (2.1)$$

где q_n – проектная норма расхода воды, л/м² в сутки, принимаемая по таблице А.3 СНБ в зависимости от вида поливаемых территорий. Например, при механизированной поливке $q_n = 1,2$ л/м² на 1 мойку; поливке вручную из шланга – 0,4 л/м² на 1 поливку; поливке газонов и цветников – 5,0 л/м²; поливке городских зелёных насаждений – 3 л/м²; поливке приусадебного участка – 4,0 л/м²; A_n – площадь территории поливки, м², принимается по данным генерального плана населённого пункта; n – число видов поливаемых территорий.

При отсутствии данных по поливаемым территориям расчётный суточный расход воды на поливаемую территорию, м³/сут, определяется по формуле

$$Q_n = (\sum q_{пж} N_{ж}) / 1000, \quad (2.2)$$

где $q_{пж}$ – проектная норма полива из расчета на одного жителя (таблица А.3 СНБ 4.01.01–03) и принимаемая не более 70 л/сут на 1 жителя; $N_{ж}$ – количество жителей в населенном пункте, чел.

При расчете количества воды на промышленное предприятие не учитывается поливка территории, мытье полов и мойка технологического оборудования.

2.3.2 Режимы водопотребления

Потребление воды населением в течение года неравномерно. Так, летом ее расходуются больше, чем зимой, в предвыходные дни – больше, чем в остальные дни недели. Режимы водопотребления населённых пунктов или объектов по сезонам года, месяцам, дням недели и часам суток харак-

теризуются графиком водопотребления. При построении графиков водопотребления следует применять фактические данные водопотребления конкретного населённого пункта или объекта. При отсутствии фактических данных характерные режимы и коэффициенты суточной и часовой неравномерности определяются расчётным путём. Отношение суточного расхода в дни наибольшего водопотребления $Q_{\text{сут max}}$ к среднему суточному расходу $Q_{\text{сут ср}}$ называют **коэффициентом суточной неравномерности водопотребления**:

$$K_{\text{сут}} = Q_{\text{сут max}} / Q_{\text{сут ср}} \quad (2.3)$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления учитывает уклад жизни населения, режимы работы предприятий, степень санитарно-технического оборудования зданий и изменения водопотребления по сезонам года и дням недели. Максимальное и минимальное значение коэффициент суточной неравномерности водопотребления необходимо принимать: $K_{\text{сут max}}$ – от 1,1 до 1,3; $K_{\text{сут min}}$ – от 0,7 до 0,9.

В течение суток потребление воды также неравномерно: ночью оно меньше, чем днем. Колебание потребления воды по часам суток зависит от расчетного числа жителей. Для упрощения расчетов условно считают, что в течение часа потребление воды остается неизменным.

Отношение часового расхода в дни наибольшего водопотребления $Q_{\text{ч max}}$ к среднему часовому расходу $Q_{\text{ч ср}}$ называют **коэффициентом часовой неравномерности водопотребления**:

$$K_{\text{ч}} = Q_{\text{ч max}} / Q_{\text{ч ср}} \quad (2.4)$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для населенных пунктов принимают в зависимости от нормы водопотребления.

На промышленных предприятиях коэффициент суточной неравномерности хозяйственно-питьевого водопотребления принимается равным 1, т.е. считают, что водопотребление равномерно в течение года. Коэффициент часовой неравномерности хозяйственно-питьевого водопотребления на промышленных предприятиях принимают равным 2,5 или 3 (СНБ 4.01.01–03).

Неравномерность потребления производственной воды зависит от принятой технологии, количества вырабатываемой продукции и от времени года. Коэффициент суточной и часовой неравномерности потребления воды для производственных нужд может быть различным и зависит от технологии.

Режим водопотребления – это изменение расхода воды по часам суток. Его принято представлять в виде таблиц или графиков. Графики во-

допотребления бывают дифференциальными (или ступенчатыми) и интегральными.

Все расчеты по определению почасовых расходов воды сводятся в таблицу определенной формы, по которой затем вычерчивается график почасового водопотребления (рисунок 2.4) в натуральных показателях, м^3 , или в процентах от суточного водопотребления (по часам с начала суток).

На *ступенчатом графике* (см. рисунок 2.4, а) по оси абсцисс отложены часы суток, а по оси ординат – величина потребления и подачи воды на каждый час в процентах от суточного водопотребления. Иногда часовой расход выражают не в процентах, а в кубических метрах.

На *интегральном графике* (см. рисунок 2.4, б) по оси ординат откладывают расход воды в процентах суточного расхода, но нарастающим итогом за все часы, начиная от начала суток.

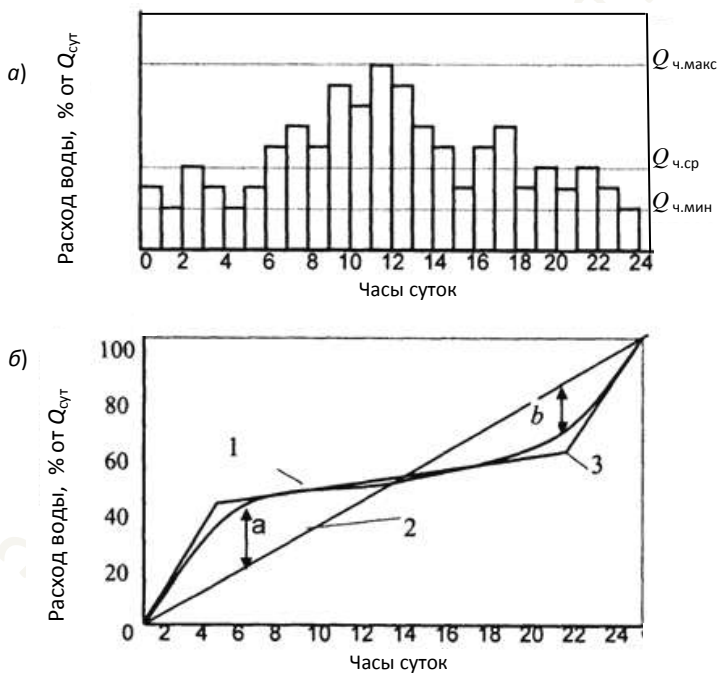


Рисунок 2.4 – Графики водопотребления:
 а – дифференциальный; б – интегральный;
 1 – кривая водопотребления; 2 – график работы насосов I подъема;
 3 – график работы насосов II подъема

Из графиков видно, что в течение суток вода расходуется неравномерно, но в сумме все часовые расходы должны составлять 100 %, т.е. суточное потребление объекта. Коэффициенты максимальной ($K_{ч\ max}$) и минимальной ($K_{ч\ min}$) часовой неравномерности следует определять по формулам (СНБ 4.01.01–03)

$$K_{ч\ max} = \alpha_{max}\beta_{max} \text{ и } K_{ч\ min} = \alpha_{min}\beta_{min}, \quad (2.5)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень санитарно-технического оборудования зданий, режимы работы предприятий и другие местные условия, принимаемый: α_{max} – от 1,2 до 1,4; α_{min} – от 0,4 до 0,6; β – коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте, принимаемый по таблице 1 СНБ 4.01.01–03 (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Значение коэффициента β

Коэффициент β	Количество жителей в населенном пункте, тыс. чел.								
	до 0,1	0,15	0,20	0,30	0,50	0,75	1,0	1,5	2,5
β_{max}	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,20	2,00	1,80	1,60
β_{min}	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,10	0,10
Коэффициент β	Количество жителей в населенном пункте, тыс. чел.								
	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более	
β_{max}	1,50	1,40	1,30	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	
β_{min}	0,20	0,25	0,40	0,50	0,60	0,70	0,85	1,00	

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте, $m^3/сут$,

$$Q_{сут\ ср} = k(\sum q_{ж} N_{ж}) / 1000, \quad (2.6)$$

где k – коэффициент, учитывающий расход воды на нужды организаций и предприятий социально гарантированного обслуживания, а также неучтенные расходы, принимается от 1,1 до 1.2 согласно п. 6.2 СНБ 4.01.01-03; $q_{ж}$ – суточная (средняя за год) проектная норма водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды на одного жителя района жилой застройки, л/сут, принимается по таблице А.1 СНБ 4.01.01-03; $N_{ж}$ – расчётное число жителей в района жилой застройки.

Расходы могут быть максимальными и минимальными. Для их корректировки принимают коэффициент суточной неравномерности, учитывающий режимы работы предприятий, степень благоустройства здания, уклад

жизни населения, а также изменения потребления по сезонам года. Расчётные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления ($\text{м}^3/\text{сут}$), определяют по формулам $Q_{\text{сут max}} = K_{\text{сут max}} Q_{\text{сут}}$ и $Q_{\text{сут min}} = K_{\text{сут min}} Q_{\text{сут}}$.

Кроме суточных расходов используются максимальные и минимальные расчетные часовые расходы ($\text{м}^3/\text{ч}$).

2.3.3 Определение требуемых свободных напоров в сети

Водопроводная сеть должна обеспечивать подачу воды ко всем точкам ее потребления не только в заданном количестве, но и с необходимым **свободным напором**, измеряемым высотой столба воды над поверхностью земли. Расчетная схема для определения величины требуемого свободного напора представлена на рисунке 2.5.

При расчете водопроводной сети исходят из условия, чтобы напор в любой точке сети был не менее необходимого свободного напора H_{min} . Поэтому все расчеты ведут по отношению к диктующей точке, в которой напор является минимальным. Последней обычно является самая высокая точка водопотребления на сети или удаленная от источника питания, или сочетающая оба эти признака. Свободные напоры в других точках сети или в точках ответвления (так называемый располагаемый напор) проверяются.

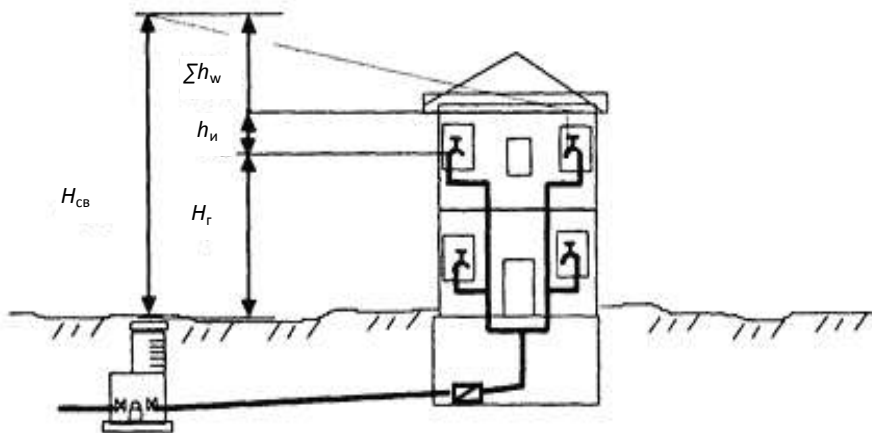


Рисунок 2.5 – Схема к определению минимальных требуемых свободных напоров на вводе в здание (<http://lib4all.ru/base/B1881/B1881Part8-30.php>)

При определении свободных напоров в точках основной линии исходным является заданный свободный напор в диктующей точке. Свободный напор $H_{св}$ в каждой точке определяется путем сложения пьезометрического напора H в предыдущей точке и потери напора h на данном участке и вычитания из полученной суммы отметки земли в данной точке.

Пьезометрическим напором H называется высота столба жидкости в метрах, характеризующая гидродинамическое давление в трубопроводах (сверх атмосферного).

Минимальный требуемый свободный напор в час максимального водопотребления

$$H_{св\ min} = H_r + h_{и} + \sum h_w, \quad (2.7)$$

где H_r – геометрическая высота расположения самого высокого (расчетного) водоразборного прибора над поверхностью земли у точки подключения домового ввода, м; $h_{и}$ – напор, необходимый для излива расчетного расхода воды, принимаемый в зависимости от типа санитарного водоразборного прибора в пределах от 2 до 5 м; $\sum h_w$ – сумма потерь напора на пути движения воды от точки подключения домового ввода до расчетного водоразборного прибора, м.

В практике водоснабжения при проектировании наружных водопроводных сетей для упрощения расчетов величину минимального требуемого свободного напора $H_{св\ min}$ допускается определять в зависимости от этажности зданий: при одноэтажной застройке $H_{св\ min}$ составляет не менее 10 м, а при большей этажности на каждый последующий этаж добавляют по 4 м. Следовательно,

$$H_{св\ min} = 4(n - 1) + 10, \quad (2.8)$$

где n – количество этажей.

Свободный напор в час минимального водопотребления. В часы минимального водопотребления напор на каждый этаж (кроме первого) допускается принимать 3 м.

Минимальный свободный напор у водоразборных устройств. При водопользовании из водоразборных колонок требуемый свободный напор должен составлять не менее 10 м.

Минимальный свободный напор для предприятий. Для промышленных предприятий минимальный свободный напор принимается 30 м по заданию технологов предприятия в зависимости от технологии производства и характеристик оборудования.

Минимальные свободные напоры в системах пожаротушения низкого давления. Для систем пожаротушения низкого давления минимальный свободный напор у пожарных гидрантов, устанавливаемых на сети, также должен составлять не менее 10 м.

Минимальные свободные напоры в противопожарных водопроводах высокого давления. Для сети противопожарного водопровода высокого давления свободный напор должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 10 м на уровне наивысшей точки самого высокого здания при подаче по непрорезиненному пожарному рукаву длиной 120 м диаметром 66 мм со спрыском диаметром 19 мм расчетного расхода воды 5 л/с. Ориентировочно этот напор

$$H_{\text{св.пож}} = H_{\text{зд}} + \sum h_w, \quad (2.9)$$

где $H_{\text{зд}}$ – высота здания; $\sum h_w$ – сумма потерь напора в пожарном гидранте, пожарной колонке, рукавах и спрыске, равная примерно 28 м.

Максимальный свободный напор в водопроводной сети. Гидростатический напор в сети хозяйственно-питьевого водопровода в местах присоединения потребителей должен быть не более 60 м. Если это требование не выполняется, то можно устанавливать регуляторы давления или применять зонирование системы водопровода.

Согласно СНБ 4.01.01–03, п.6 требуемое минимальное избыточное давление в водопроводной сети на вводе в здание $P_{\text{тр}}$, МПа, относительно поверхности земли при любых режимах водопотребления должно приниматься не менее 0,1 МПа для одноэтажной застройки (http://minskvodokanal.by/otvety_na_voprosy/).

Для многоэтажной застройки требуемое минимальное избыточное давление следует определять при максимальном часовом расходе по формуле

$$P_{\text{тр}n} = 0,1 + (n - 1) \cdot 0,04, \quad (2.10)$$

а при минимальном часовом расходе – по формуле

$$P_{\text{тр}n} = 0,1 + (n - 1) \cdot 0,03, \quad (2.11)$$

где n – количество этажей.

Например, для 9-этажного здания при максимальном часовом расходе $P_{\text{тр}n} = 0,1 + (9 - 1) \cdot 0,04 = 0,42$ МПа, или ~42 м вод. ст., при минимальном часовом расходе – $P_{\text{тр}n} = 0,1 + (9 - 1) \cdot 0,03 = 0,34$ МПа, или ~34 м вод. ст.

2.4 Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

2.4.1 Отличительные особенности подземных и поверхностных вод

Источниками водообеспечения централизованных систем водоснабжения являются подземные и поверхностные воды и атмосферные осадки. К подземным относят подрусловые, грунтовые, межпластовые, артезианские, карстовые и шахтные воды. Шахтными называют подземные воды, проникающие в выработанное при добыче полезных ископаемых подземное пространство и проходящие через водоотлив шахты. Состав подземных вод определяется условиями их образования и залегания (<http://www.wfilter.ru/haristvod.html>).

Подземные воды характеризуются обычно постоянством состава и температуры, значительной минерализацией, отсутствием минеральных взвесей, низким содержанием органических веществ, присутствием растворенных газов, значительной жесткостью, повышенным содержанием железа и марганца, высокой санитарной надежностью. Часто подземные воды имеют гидравлическую связь с поверхностными, что влечет за собой изменение их химического состава: повышается концентрация органических веществ, кремниевой кислоты; изменяется минерализация, появляется растворенный кислород. С возрастанием глубины залегания увеличивается степень минерализации воды. По О. А. Алекину подземные воды подразделяют:

– по степени минерализации: пресные – до 1 г/л; солоноватые – 1–3 г/л; засоленные – 3–10 г/л; соленые – 10–50 г/л;

– по величине рН: щелочные – 11–14; слабощелочные – 8–10; нейтральные – 7; слабокислые – 4–6; кислые – 1–3;

– по общей жесткости: очень мягкие – до 1,5; мягкие – 1,5–3; умеренно жесткие – 3–6; жесткие – 6–9; очень жесткие – свыше 9.

К поверхностным относят воды рек, озер, водохранилищ, прудов, каналов, морей. Их состав определяют почвенно-геологические условия; климатические, геоморфологические и антропогенные факторы.

Пресные поверхностные воды отличаются значительными колебаниями их состава и температуры в течение года, что объясняется характером их питания (поверхностное и подземное). Они характеризуются наличием диспергированных минеральных, коллоидных и растворенных веществ и классифицируются:

– по минерализации: очень малой – до 100, малой – 100–200, средней – 200–500, повышенной – 500–1000 и высокой – свыше 1000 мг/л;

– наличие гумусовых (в т. ч. фульвокислот): малоцветные – до 35, средней цветности – 35–120, высокой цветности – свыше 120 град;

– по количеству взвешенных веществ: маломутные – до 50, средней мутности – 50–250, мутные – 250–1500, высокомутные – свыше 1500 мг/л;
– степени бактериальной загрязненности (коли-индекс): сильно загрязненные – свыше 10000; загрязненные – более 1000; слабо загрязненные – свыше 100; удовлетворительные – более 10; хорошие – до 3.

Воды поверхностных источников, как правило, имеют значительную бактериальную загрязненность.

Состав природных вод постоянно изменяется в результате протекающих в них процессов оксидации и восстановления, седиментации диспергированных и коллоидных примесей и солей.

В поверхностных водотоках наблюдается самоочищение воды за счет физических, химических и биологических процессов, чему способствует аэрация, перемешивание, декантация взвесей, разбавление загрязнений в большой массе воды.

Под действием простейших водных организмов, микробов-антагонистов, бактериофагов и антибиотиков биологического происхождения, под влиянием биохимических и оксидационных процессов погибают патогенные бактерии и вирусы. Самоочищение воды, как правило, не обеспечивает необходимого ее качества для производственных и хозяйственных целей. Поэтому практически всегда поверхностная вода нуждается в кондиционировании ее свойств с их доведением до требований потребителя.

К атмосферным водам относят осадки, выпадающие в виде дождя и снега, аккумулирующиеся в естественных или искусственных емкостях. Их состав определяется чистотой атмосферы; гидрогеологическими свойствами грунтов бассейна водосбора, способом их накопления и хранения; условиями, сопутствующими их выпадению.

Для технического водоснабжения промышленных предприятий возможно использование доочищенных сточных вод.

Хозяйственная деятельность человека существенно влияет на состояние водоисточников как в качественном, так и в количественном отношении. Одним из ее факторов является смыв с сельскохозяйственных угодий химических удобрений и сброс в водоемы недостаточно очищенных сточных вод. Вследствие этого интенсивно развиваются планктон и макрофиты, вызывающие зарастание водоемов, повышение цветности воды, возникновение привкусов и запахов, что ухудшает санитарное состояние водоисточников.

Таким образом, при выборе технологии водоподготовки необходимо определить качество воды источника, т. е. состав и концентрацию содержащихся в ней примесей, а затем сопоставить с предъявляемыми требованиями (http://www.europipe-eng.ru/obsh_harakt_istochnikov.php).

2.4.2 Водозаборные сооружения для приема воды из подземных источников

По характеристикам источника водозаборы разделяют на подземные и поверхностные. **Подземные источники** водоснабжения, как правило, отличаются более стабильными характеристиками качества воды и относительной защищенностью от загрязнения с поверхности. Выбор типа сооружения для приема подземных вод зависит в основном от глубины их залегания и мощности водоносного горизонта. Сооружения для приема подземных вод могут быть подразделены на четыре вида: водозаборные скважины; шахтные колодцы; горизонтальные водозаборы; каптажные камеры.

Водозаборные скважины служат для приема безнапорных и напорных подземных вод, залегающих на глубине более 10 м. Водозаборные скважины – наиболее распространенный вид водозаборных сооружений для систем водоснабжения городов, сельских населенных пунктов и промышленных предприятий (рисунок 2.6).

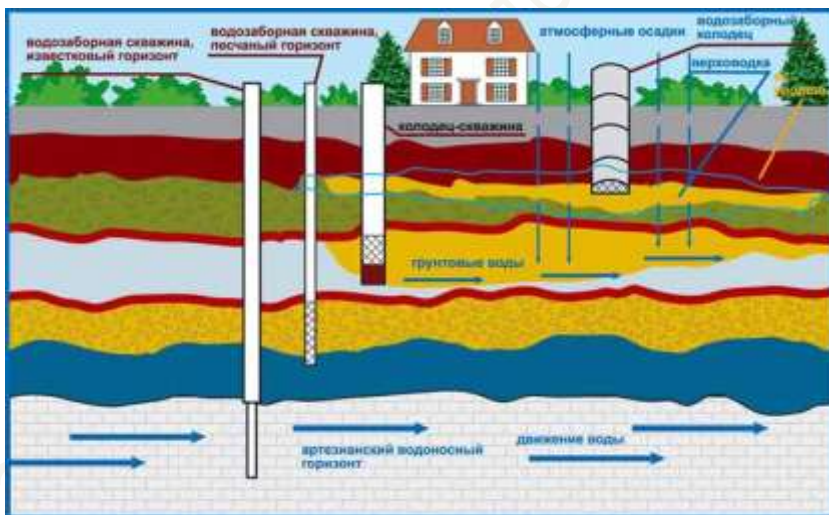


Рисунок 2.6 – Водозаборные скважины в зависимости от водоносного горизонта (<http://geo42.ru/proizvodstvo-vodozabornykh-skvazhin>)

Подземные воды имеют статический и динамический уровень.

Статический уровень – уровень воды в колодце при отсутствии водотбора. В случае отбора воды из колодца происходит падение уровня. Этот уровень называется *динамическим*. Понижение динамического уровня

происходит пропорционально количеству откачиваемой воды. Количество воды, которое может быть откачено при понижении динамического уровня на 1 м, называется *удельным дебитом*. Уровень воды и пьезометрические линии, установившиеся вокруг колодцев при откачке воды, образуют кривые дисперсии.

Основное отличие актуализированных норм в части требований, предъявляемых к водозаборным скважинам, – отсутствие подробной *классификации сооружений по принципу работы и функциональному назначению*. Классификация, основанная на анализе базы данных по существующим водозаборным скважинам, представляется следующим образом:

- для добычи природной воды;
- сезонного пополнения запаса подземных вод безнапорных и напорных водоносных пластов и добычи природной воды;
- пополнения запаса подземных вод безнапорных и напорных водоносных пластов и добычи природной воды;
- для добычи берегового фильтрата (Феофанов Ю.А., URL: www.science-education.ru/106-7863 (дата обращения: 19.08.2014))

Любая подземная вода представляет собой сложный многокомпонентный состав, который зависит от среды, в которой происходит его формирование. Поэтому особенностей, определяющих химический состав вод, большое множество. Основные из них: состав почв и пород, с которыми они соприкасаются; разобщенность отдельных водоносных горизонтов, разделенных слабофильтрующими или почти водонепроницаемыми слоями; ограниченность соприкосновения их с земной поверхностью и атмосферой; меняющиеся физические условия: температура и давление; развитие особь микроорганизмов.

Наиболее нестабилен химический состав подземных вод в грунтовых водах, так как он в наибольшей степени подвержен внешним воздействиям (атмосферные осадки, поверхностные воды, близость к дневной поверхности, процессы испарения, климатические условия, рельеф, различные техногенные факторы загрязнения).

Основная проблема качества воды в Беларуси – это повышенное содержание железа и марганца в воде, которое обусловлено природными условиями формирования водоносных горизонтов, и малое содержание фтора.

Кристалльно чистая вода, полученная из скважины, буквально у вас на глазах мутнеет, выпадает в бурый осадок – происходит окисление железа, растворенного в воде без доступа воздуха в глубинных слоях, от соприкосновения с кислородом на поверхности.

ГОСТ на питьевую воду устанавливает норму 0,3 мг/л для железа, а колебание для подземных вод Беларуси – от 0,3 до 20 мг/л, а иногда и выше.

Основные показатели качества воды определены в СанПиН.

Жители сельских населенных пунктов для питьевых целей используют в основном подземные воды из скважин и шахтных колодцев. Системами централизованного водоснабжения в сельской местности на территории Беларуси охвачено около 10 % сельского населения, остальная часть (около 3 млн чел.) получает воду из более чем 400 тыс. шахтных колодцев. Практически в каждой усадьбе имеется колодец (рисунок 2.7, <http://ikolodec.ru/>).

Качество воды в шахтных колодцах зависит от их месторасположения и способа их эксплуатации. Подземные воды, доступные для эксплуатации с помощью шахтных колодцев, залегают на глубине 10–20 м. В Беларуси к ним относятся свободные гравитационные воды первого от поверхности земли постоянно существующего водоносного горизонта — грунтовые воды, которые залегают на глубине 3–10 м, питание их осуществляется преимущественно за счет атмосферных осадков.



Рисунок 2.7 – Общий вид шахтного колодца

Основные виды шахтных колодцев, служащих для приема подземных вод, приведены на рисунок 2.8. Зумпф — конструктивное оформление водоприемной части подземного источника водоснабжения с возможностью создания некоторого запаса воды.

Горизонтальные водозаборы устраивают для приема грунтовых вод, залегающих на небольшой глубине (до 8 м), при малой мощности водоносного горизонта. Они в свою очередь подразделяются:

- *на траншейные сооружения* используются для сравнительно небольшого водопотребления при малой глубине залегания подземных вод;
- *галерейные* (собственно галереи и штольни), которые применяются для постоянного водоснабжения относительно крупных водопотребителей, сооружаемые при значительной глубине залегания водоносных горизонтов;
- *кяризы* – примитивно устроенные водозаборные сооружения, применяемые для сельскохозяйственного водоснабжения и орошения небольших земельных участков в полупустынных районах с невыдержанным залеганием водоносных горизонтов.

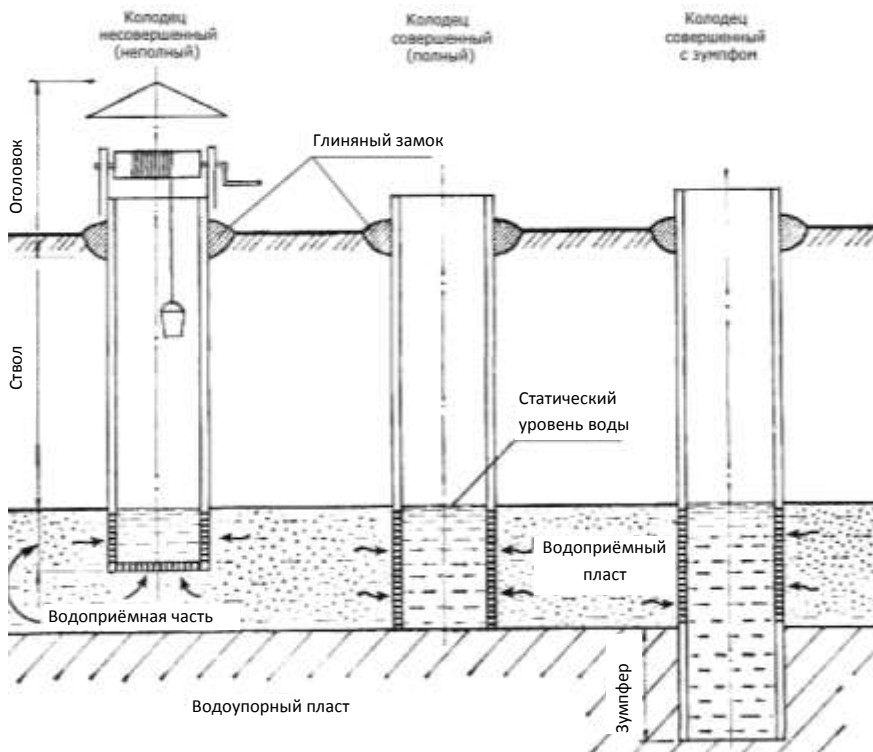


Рисунок 2.8 – Виды шахтных колодцев

Когда водоносный слой находится близко к поверхности земли, для водоснабжения возможно использование *горизонтальных водозаборов*. При сооружении горизонтальных водозаборов сначала выявляют направление движения потока грунтовых вод, а затем выкапывают траншею перпендикулярно направлению потока.

Дно траншеи доводят до водостойкого слоя, если он залегает неглубоко, чтобы перехватить весь грунтовый поток. Работы по сооружению водозаборов в водонасыщенных грунтах проводят организованно и быстро, не допуская перерывов в работе. Иначе траншея заполнится водой и необходимо будет приложить большие усилия на водоотлив.

На дно траншеи укладывают предварительно подготовленные пористобетонные, керамические или асбестоцементные трубы с внутренним диаметром 100–400 мм с отверстиями размером 2,5 мм или узкими щелями.

Каптажные камеры применяют при необходимости использования для целей водоснабжения ключевой воды. Это сооружения для захвата подземных вод, выходящих на дневную поверхность земли (рисунок 2.9).

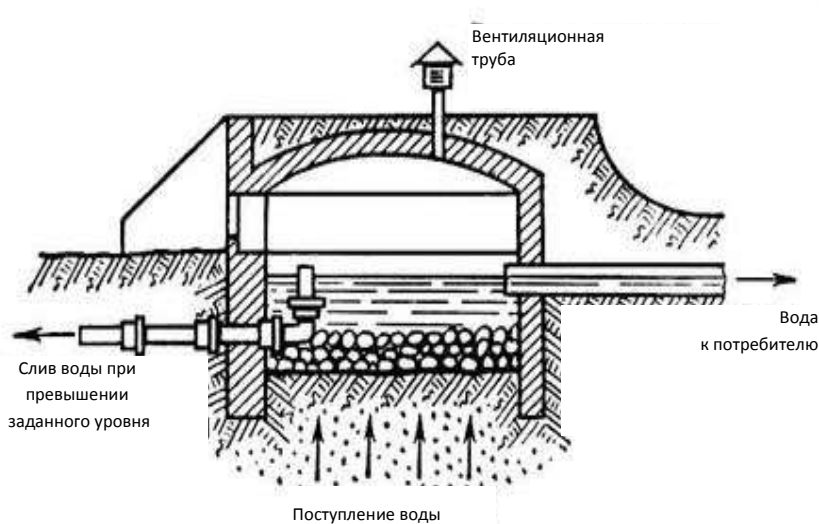


Рисунок 2.9 – Каптаж напорного источника
(<http://www.booksite.ru/fulltext/1/001/009/001/211107045.jpg>)

В природных условиях выходы подземных вод на поверхность проявляются в виде нисходящих и восходящих источников. Конструкцию каптажей выбирают в зависимости от гидрогеологических условий выхода подземных вод на поверхность, строения места выхода, дебита источника, толщины слоя грунта, покрывающего водоносный пласт. При сосредоточенном выходе подземных вод на поверхность каптаж устраивают в виде камеры-колодца, расположенного над выходом восходящего или перед выходом нисходящего источника. При рассредоточенном выходе подземных вод в виде отдельных источников, отстоящих один от другого на расстоянии более 5 м, каптажи осуществляют раздельно со сбором воды в общую водосборную камеру. При рассеянном, но слабовыраженном выходе подземных вод на участке каптажей устраивают с помощью горизонтальных трубчатых или галерейных водозаборов со сбором воды в общую емкость (<http://engineering-systems.ru/k/kaptaj.php>).

2.4.3 Водозаборные сооружения для приема воды из поверхностных источников

Выбор типа водозаборного сооружения и его размещение зависят от гидрологических характеристик и характера источника. **Место водозабора** должно отвечать следующим требованиям:

- располагаться на кратчайшем расстоянии от потребителя (городской застройки и промпредприятий);
- размещаться выше по течению реки от города, промышленных предприятий и других потенциальных источников загрязнения воды;
- находиться на устойчивом участке реки, вне зон интенсивного движения судов, образования донных наносов и ледяных заторов;
- обеспечивать возможность устройства зон санитарной охраны водозабора.

В системах водоснабжения городов наибольшее распространение получили водозаборные сооружения берегового и руслового типов (рисунок 2.11).

Водозаборные сооружения берегового типа устраивают при крутом берегу реки, ее значительной глубине в месте водозабора и устойчивых грунтах в основании берега. Они бывают двух видов: отдельные и совмещенные. Их применяют при наличии относительно крутого берега и достаточных глубин, обеспечивающих забор воды. Такие водозаборы бывают двух типов: (рисунок 2.10, а, II). Первые применяются при глубинах у берега, достаточных для нормального забора воды (водозаборы малой производительности), вторые – при малой высоте всасывания насосов (водозаборы средней производительности). Колодцы водозаборов берегового типа оборудуются решетками на входных окнах в приемную камеру и сетками с мелкими ячейками — на входных окнах во всасывающую камеру, что обеспечивает механическую очистку воды.

Водозаборные сооружения руслового типа (см. рисунок 2.10, б) используются при амплитуде колебания уровня воды в источнике до 6 м и отсутствии у берега глубин, достаточных для забора воды. Такие водозаборы состоят из оголовков, самотечных водоводов, береговых колодцев (водоприемных ковшей) и насосных станций. Оголовки бывают деревянные (свайные или ряжевые), бетонные или железобетонные. Водоводы (минимум два) обычно изготавливаются из стальных труб. Для уменьшения заглубления применяют сифонные водоводы. *Водоприемный ковш* – это искусственно созданный залив, который способствует снижению действия донного льда, уменьшению количества мути и взвеси в воде, тем самым улучшая условия водозабора (рисунок 2.10, в).

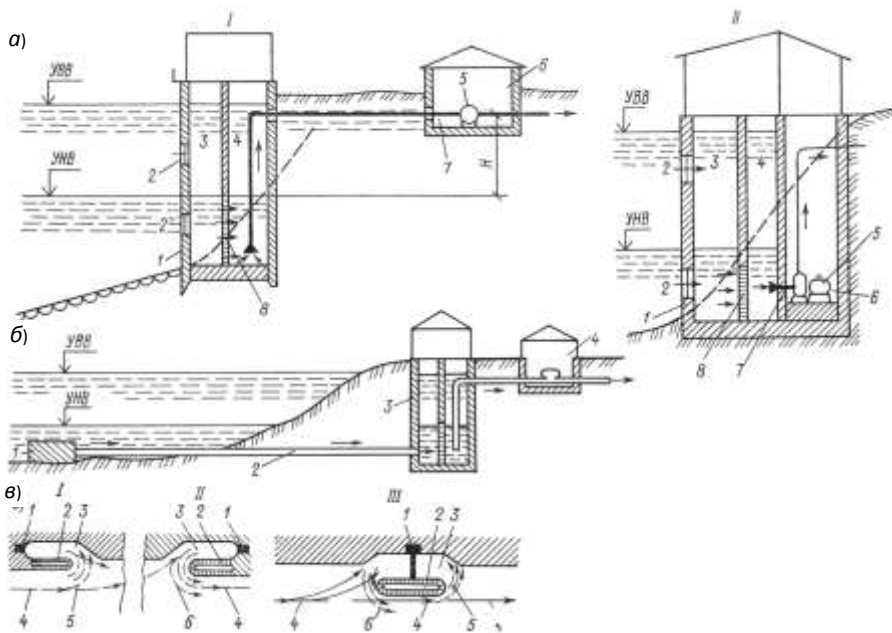


Рисунок 2.10 – Сооружения для забора поверхностных вод:

а – водоприемник берегового типа: I – раздельный; II – совмещенный; 1 – водоприемный колодец; 2 – входные окна; 3 – приемная камера; зал; 7 – всасывающие трубопроводы;

8 – сетки; б – водоприемник руслового типа: 1 – оголовок; 2 – самотечная линия;

3 – береговой колодец; 4 – насосная станция; в – ковшовые водоприемники:

I и II – соответственно с низовым и верховым входами; III – с двумя входами;

I – водоприемные сооружения; 2 – дамбы; 3 – ковши; 4 – направление течения воды в реке;

5 и 6 – соответственно вход и выход воды

(http://www.stroitelstvo-new.ru/1/vidy_vodoprovodnyh_sistem.shtml)

2.4.5 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения

Возможность загрязнения источника водоснабжения приводит к необходимости проведения специальных водоохраных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения воды и ухудшения ее качества в месте водозабора, а также контроль состояния источника водоснабжения и условий работы водопроводных сооружений. Для этого организуются зоны санитарной охраны источника водоснабжения, состоящие из трех поясов, границы которых устанавливаются СНИП.

Зона санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения регламентируется СанПиН 2.1.4.1110-02 «2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение

населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

ЗСО состоит из трех поясов:

– *первого* – зона строгого режима обносится глухим забором, устанавливаются знаки охраны;

– *второго* – зона по бактериологическому загрязнению;

– *третьего* – зона по химическому загрязнению.

ЗСО 2-го и 3-го поясов определяется расчетным путём.

Зоны санитарной охраны подземных водозаборов устанавливаются от одиночного водозабора (скважина, шахтный колодец) или от крайних водозаборных сооружений группового водозабора на расстояниях: 30 м – при использовании защищенных подземных вод; 50 м – при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

В границы первого пояса зоны инфильтрационных водозаборов следует включать прибрежную территорию между водозабором и поверхностным источником водоснабжения, если расстояние между ними менее 150 м.

Зоны санитарной охраны поверхностных водозаборов для подрусовых водозаборов и участка поверхностного источника, питающего инфильтрационный водозабор, предусматриваются как для поверхностных источников водоснабжения.

Первый пояс зоны охраны источника водоснабжения охватывает территорию, непосредственно примыкающую к водозабору, и является зоной строго санитарного контроля. Границы первого пояса зоны поверхностного источника водоснабжения устанавливаются на расстояниях от водозабора:

• *для рек:*

– вверх по течению – не менее 200 м;

– вниз по течению – не менее 100 м;

– по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от уреза воды;

– в направлении к противоположному берегу: при ширине водотока менее 100 м – вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от уреза воды при летне-осенней межени и при ширине водотока более 100 м – полоса акватории шириной не менее 100 м;

– на водозаборах ковшевого типа в границы первого пояса включается вся акватория ковша и территория вокруг него полосой не менее 100 м;

• *для водоемов (водохранилище, озеро):*

– по акватории во всех направлениях – не менее 100 м;

– по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от уреза воды.

Территория первого пояса зоны поверхностного источника водоснабжения должна быть спланирована, огорожена, озеленена и оборудована сторожевой сигнализацией. Границы акватории первого пояса зоны обозначаются предупредительными наземными знаками и буями.

Однако установление ЗСО требует определенных навыков и современного программного обеспечения. В качестве примера можно привести программу AMWELLS, в которой специалисты могут определять размер, площадь и координаты третьего и второго поясов зон санитарной охраны для всех откачивающих скважин, включенных в модельную область. При расчете учитывается: схема опытного опробования и границы фильтрационного потока, положение опытных скважин, их взаимовлияние и производительность, фильтрационные параметры, градиент и направление естественного потока подземных вод, пористость.

Исходя из полученных в аналитической модели понижений и перечисленных выше условий, рассчитывается поле наповов, по которому находятся траектории движения частиц (линии тока) (рисунок 2.11).

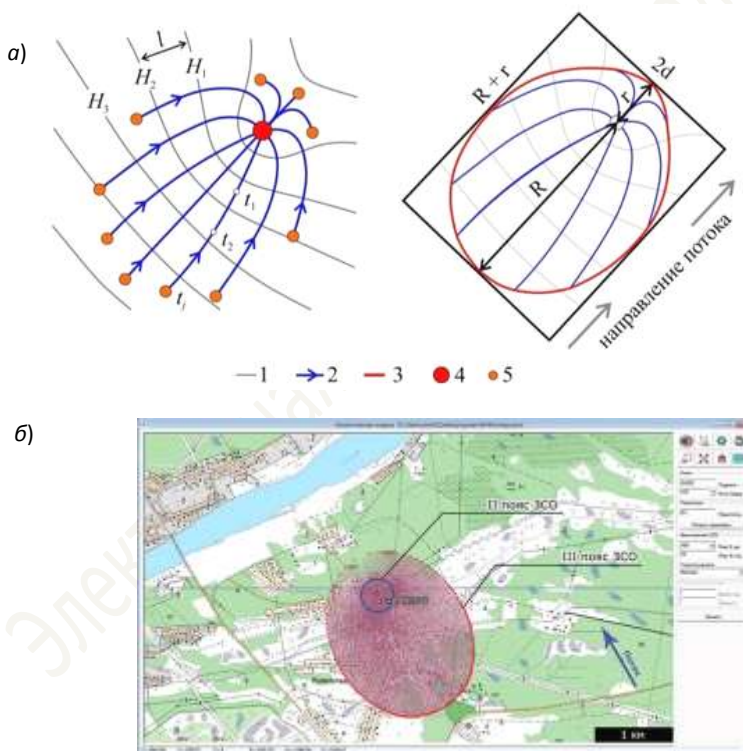


Рисунок 2.11 – Схема фильтрации подземных вод к водозабора (а) и области ЗСО на карте селитебной территории (б):

1 – линия равных наповов; 2 – линия тока; 3 – граница ЗСО;

4 – водозабор; 5 – точка контура ЗСО

(<http://www.ansdimat.com/ru/zso.shtml>)

По найденным линиям тока и скоростям движения частиц вычисляется время движения частицы для двух поясов ЗСО.

ЗСО описывается границей, определяемой областью захвата. Рассчитывается площадь этой области, а также длина и ширина прямоугольника, который включает область захвата. Длина равна сумме максимальных расстояний от центра водозабора до границы зоны вверх (R) и вниз (r) по потоку, а ширина ($2d$) – равна максимальной ширине области захвата.

Программа позволяет математически корректно накладывать и совмещать ЗСО при наличии взаимодействующих водозаборов. Обычно, в случае инфильтрационных водозаборов подземных вод, расположенных в долинах рек, эта задача решается достаточно просто: третий и второй пояс зоны санитарной охраны охватывают практически всю реку. При наличии же нескольких рассредоточенных, но взаимодействующих водозаборов, задача требует довольно сложных математических расчетов, интегрированных в программу AMWELLS.

Программа AMWELLS рисует линии тока (траектории движения частиц) вокруг каждой опытной скважины в пределах области захвата и точками показывает границы двух поясов.

2.5 Водоподъемные устройства и насосные станции

2.5.1 Основные показатели работы

Все насосное оборудование имеет **номенклатурные показатели**, которые характеризуют основные особенности их работы и сферу применения. В каталогах производителей и технической литературе приводятся основные характеристики насосов и графики, описывающие параметры функционирования, однако при выборе оборудования сложно однозначно опираться на них (<http://www.ipumps.ru/>).

Приведем основные показатели работы насосов.

Подача насоса Q – показатель, характеризующий объем жидкости, перекачиваемой в единицу времени. Кроме объемной подачи насос может иметь характеристику массовой или весовой подачи, однако принято указывать именно объем перекачиваемой среды, измеряемый под давлением на выходе насоса. Кроме подачи часто имеет значение производительность насоса, то есть расход рабочей жидкости на входе.

Напор насоса H – показатель, характеризующий разность механической энергии движения жидкости на выходе и входе насоса. Напор, как и подача, может быть весовым, объемным и массовым. Характеристика весового напора используется наиболее широко, однако она неприменима для описания насосов, используемых в условиях отсутствия гравитации. Кроме того, параметром напора также пренебрегают для высоконапорных агрегатов,

создающих большую скорость движения среды, потому как эта величина ничтожно мала по сравнению со статическим давлением.

Коэффициент полезного действия агрегата – показатель, характеризующий отношение полезной гидравлической мощности к полной мощности, подводимой к насосу. Максимальное значение величины КПД характеризует оптимальный режим работы насоса. Различают оптимальный и номинальный режим работы насоса. Последний характеризуется допустимыми параметрами работы насоса, а оптимальный – это режим работы с такими параметрами, когда насос функционирует наиболее эффективно.

Параметры кавитации, надкавитационный напор – характеристики, описывающее избыточное давление жидкости над удельной энергией ее насыщенных паров. Значение надкавитационного напора должно соблюдаться во избежание существенного снижения напора и КПД насоса.

Номинальная высота самовсасывания – величина, характеризующая расстояние по вертикали от поверхности жидкости до верхней точки области возникновения кавитационных явлений. Величина указывается для насосов, обеспечивающих постоянное во времени самовсасывание.

Минимальное время самовсасывания – допустимая продолжительность работы самовсасывающего насоса при сохранении параметра нормальной высоты самовсасывания. В том случае, когда время самовсасывания для насоса не ограничено, то принимается такое значение, когда подача воздуха на вход насоса уменьшается на 25 %.

Для характеристики насосов используются также эргономические показатели, относящиеся к внешним параметрам эксплуатации насосов:

– *внешняя утечка* – количество жидкости, вытекающей во внешнюю среду через какие-либо щели или дефекты уплотнений при номинальном режиме и определенном давлении на входе;

– *уровень звукового давления* – уровень шума, создаваемого насосом, измеряется на расстоянии 1 м от внешнего контура установки при номинальной работе насоса;

– *уровень вибрации* – характеристика, определяющая уровень вибрации в точках, где она максимальна, по среднеквадратическому отклонению скорости и ускорения на поверхности насоса.

Любой насос также имеет показатели надежности. Надежность характеризуется максимальными допусками отклонений от показателей, при которых может происходить работа насоса. В этом случае чем выше допуски, тем выше надежность насоса (http://arzis.by/stati/nasosy/osnovnye_pokazateli_i_karakteristiki_nasosov/).

2.5.2 Классификация, устройство и принцип действия насосов

Насосы представляют собой гидравлические машины, предназначенные для перемещения жидкостей под напором. Преобразуя механическую

энергию приводного двигателя в механическую энергию движущейся жидкости, насосы поднимают жидкость на определенную высоту, подают ее на необходимое расстояние в горизонтальной плоскости или заставляют циркулировать в какой-либо замкнутой системе.

Наиболее распространенными являются **водоподъемные насосы**, с помощью которых осуществляется подача воды. Они подразделяются на поверхностные (самовсасывающие и нормальновсасывающие) и погружные (колодезные, скважинные).

Поверхностные насосы можно разделить на два типа:

1) *вихревые* которые имеют совсем небольшую глубину всасывания. Чаще всего такие аппараты используются не для забора воды, а для регулирования уровня давления в водопроводе;

2) *центробежные* или *самовсасывающие*, имеющие большую глубину забора воды, чем вихревые насосы (<http://www.diy.ru/post/2750/>).

Поверхностные насосы устанавливаются на поверхности, в воду погружают только трубопровод (шланг) для закачки воды. Поверхностные центробежные насосы способны поднимать воду с глубины до 9 м. Для увеличения возможностей всасывания с глубины более 9 м в этих насосах применяются специальные устройства – эжекторы.

Современные самовсасывающие поверхностные водяные насосы нередко выпускают в виде полноценных *насосных станций* (рисунок 2.12), с возможностью поддержания постоянного давления воды, автоматическим отключением и включением двигателя, дополнительным аккумулятором и без него и прочими полезными функциями.

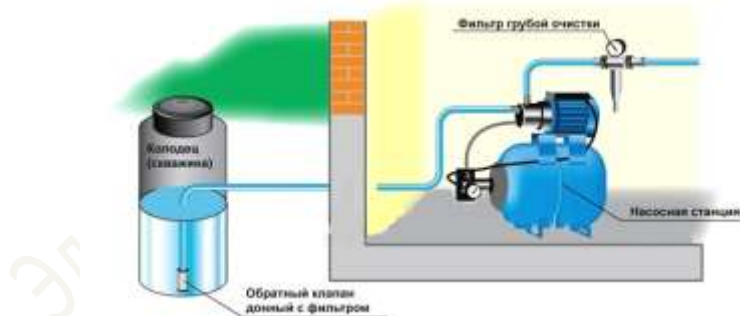


Рисунок 2.12 – Схема работы поверхностного насоса (<http://landscape-project.ru/tech/nasosy-dlya-kolodcev.html>)

Источником питания водяных насосов служит бытовая сеть электропитания (220 или 380 В). Корпус выполнен с учетом требований по электробезопасности. Двигатель оборудован защитой от перегрева. Срок эксплуатации таких установок до 15 лет. Поверхностные насосы бывают вертикального и горизонтального исполнения.

Насосная станция помимо насоса включает в себя блок управления и напорный накопитель. Некоторые модели также включают в себя устройство, предохраняющее станцию от перегрева. Важная составляющая насосной станции – гидроаккумулятор. Работает насосная станция по следующему принципу: насос подает воду в гидроаккумулятор, далее насос выключается и используется вода из гидроаккумулятора. Когда вода в гидроаккумуляторе падает до фиксированного уровня, вновь включается насос.

Погружные насосы для скважин используются для обеспечения подачи воды из колодцев, подземных скважин, а также различного рода открытых водоёмов как для технических, так и для бытовых целей. Особенностью таких насосов является то, что он полностью погружен в воду при работе.

По области применения погружные насосы подразделяются:

- на скважинные погружные;
- для колодцев;
- дренажные;
- фекальные.

Погружные насосы для скважин предназначены для подъёма и перекачки воды из скважин глубиной до 400 м. Такие насосы называются глубинными и в силу сложной задачи по подъёму воды с больших глубин имеют сложную конструкцию, в которой использованы высокотехнологические инженерные решения.

Насосы для колодцев имеют ту же конструкцию, что и погружные насосы для скважин. Применяются они для перекачки воды из колодцев или других водоёмов с относительно небольшой глубиной (рисунок 2.13).

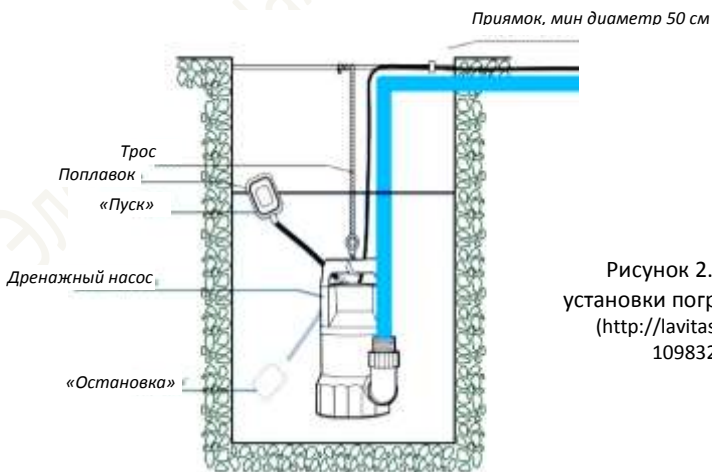


Рисунок 2.13 – Схема установки погружного насоса (<http://lavitasib.fis.ru/files/10983279.jpg>)

Дренажные и фекальные погружные насосы предназначены для откачки сильно загрязнённых вод. Поэтому на некоторых моделях таких насосов предусмотрен механизм дробления механических примесей, устанавливаемый перед всасывающим патрубком и фильтром.

2.5.3 Рабочая характеристика центробежного насоса

Центробежный поверхностный насос – это устройство, которое работает за счёт расположенных внутри него колёс, нагнетающих давление. Колеса вращаются за счёт расположенного в корпусе рабочего вала. Вал в свою очередь опирается на подшипники (рисунок 2.14). Таким образом, вода на входе в центробежный поверхностный насос и на выходе из него имеет различные скорость и давление.



Рисунок 2.14 – Общий вид и конструкция центробежного насоса (http://sovetystroy.ru/tumbs_3/nasosy-dlja-vody.jpg)

Типовая характеристика центробежного насоса, наиболее часто применяемого в системах водоснабжения, приведена на рисунке 2.15.

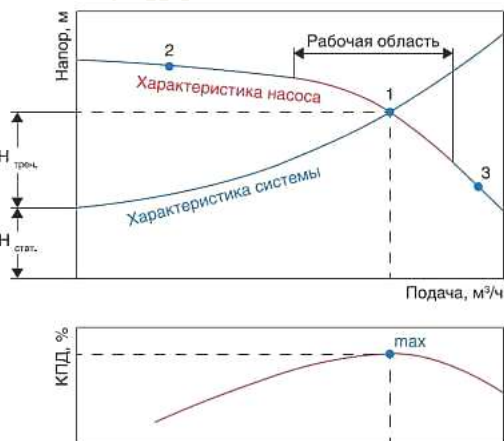


Рисунок 2.15 – Характеристика насоса и системы. Режимы работы (<http://www.gkh.ru/journals/2707/71612/>)

Как правило, на напорно-расходной характеристике насоса указывают его рабочий диапазон, т. е. область режимов работы, гарантирующих его максимальную надежность и наиболее высокий КПД. Рабочая точка установленного в системе насоса определяется пересечением его характеристики с характеристикой системы. Эта точка должна находиться в рабочей области характеристики насоса (точка 1, см. рисунок 2.15). При соблюдении этого условия КПД насоса достигает максимума. Работа насоса в допустимом диапазоне также обеспечивает его надежность, в то время как работа на нерасчетных режимах характеризуется низким КПД (точки 2 и 3, см. рисунок 2.15).

2.5.4 Насосные станции

Водозаборные сооружения включают в себя водоподъемные устройства, основным компонентом которых являются насосы. **Насос** преобразует механическую энергию приводного электрического двигателя в гидравлическую энергию движущейся жидкости. С помощью насосов можно поднять воду на определенную высоту, переместить ее на значительные расстояния по горизонтальной плоскости, заставить циркулировать в замкнутой системе, что и является основой функционирования водопроводной сети. Насосы располагаются в насосных станциях.

Насосные станции – один из важнейших элементов систем водоснабжения. С помощью насосов и связанных с ними всасывающих труб и напорных водоводов насосные станции обеспечивают транспортирование воды от сооружения к сооружению и потребителям.

Насосные станции конструируются и оборудуются в зависимости от производительности, напора, мощности и коэффициента полезного действия (КПД) насосных агрегатов. Наиболее распространенным типом является центробежный насос. Его достоинства – плавная и непрерывная подача воды, несложное устройство, высокая надежность, долговечность, высокий КПД. В помещении водопроводной насосной станции размещаются насосы и электродвигатели, трубопроводы, задвижки, контрольно-измерительные приборы (водомеры, манометры, вакуумметры), электрораспределительные устройства и приборы автоматизированного регулирования.

По расположению в схеме водоснабжения и назначению насосные станции подразделяются на станции I и II подъема, повысительные и циркуляционные.

Насосные станции I подъема подают воду из источника водоснабжения на очистные сооружения или, если не требуется очистки воды, непосредственно в распределительную сеть, водонапорные башни и другие сооружения.

Насосные станции II подъема (рисунок 2.16) служат для подачи воды от резервуаров чистой воды, расположенных после очистных сооружений, в распределительную сеть и водонапорные башни.



Рисунок 2.16 – Типовая компоновка оборудования на насосной станции II подъема

Повысительные насосные станции (ПНС) предназначены для повышения напора в водопроводной сети (рисунок 2.17). ПНС – это собранное, испытанное и готовое к подключению устройство, включающее от 2 до 6 параллельно установленных центробежных насосов. Вся сборка ПНС осуществляется на общей фундаментной раме, с общей трубной обвязкой, со всеми необходимыми составляющими, шкафом управления, датчиками и реле давления, общей кафельной разводкой. Фундаментная рама имеет регулируемые по высоте виброопоры, обеспечивающие хорошую звуко-виброизоляцию.

Циркуляционные насосные станции (рисунок 2.18) устраиваются в замкнутых промышленных системах оборотного водоснабжения для подачи отработанной воды на очистные и охлаждающие устройства и возврата этой воды на предприятие (http://www.baurum.ru/library/?cat=plumbings_networks&id=1473).

Производительность насосных станций определяется по количеству воды, потребляемой объектом водоснабжения, с учетом режима водопо-

требления и размеров регулирующих емкостей. Напор, который должны создавать насосные станции, зависит от необходимого свободного напора и рельефа местности.



Рисунок 2.17 – Типовая компоновка повысительной насосной станции



Рисунок 2.18 – Циркуляционный насос SPRUT LRS 25/4-180 синхронным, работающим на трех скоростях, двигателем

При выборе типа насосов и количества рабочих агрегатов следует учитывать совместную работу насосов и водоводов или водопроводной сети.

В зависимости от надежности действия существуют насосные станции трех классов: I – не допускается перерыв в работе насосов; II – допускается перерыв в работе насосов на время, необходимое для включения резервных агрегатов; III – допускается перерыв в подаче воды потребителям на время ликвидации аварии. Для обеспечения требуемой надежности действия насосных станций их оборудуют кроме рабочих агрегатов резервными.

Диаметры всасывающих и напорных труб (внутри станции) определяют по рекомендуемым для них скоростям течения воды: для всасывающих труб – не более 1–1,2 м/с при $d < 250$ мм и не более 1,2–1,6 м/с при $d > 250$ мм; напорных труб – 1,5–2 м/с при $d < 250$ мм и 2–2,5 м/с при $d > 250$ мм.

Увеличение расчетных скоростей в напорных трубах по сравнению с так называемыми экономичными скоростями оправдывается уменьшением диаметра труб и, следовательно, уменьшением размеров зданий насосных станций.

Для удобства монтажа и эксплуатации оборудования на насосных станциях целесообразно применять однотипные насосы с одинаковой производительностью.

Насосные агрегаты в зданиях насосных станций могут располагаться по следующим схемам: *в один ряд* с параллельным расположением осей; *в один ряд* с расположением осей по одной прямой; *в два ряда* с параллельным расположением осей в каждом ряду; *в два ряда* с расположением в каждом ряду по одной прямой.

При выборе схемы расположения агрегатов в здании необходимо учитывать конкретные условия проектирования, количество и размеры агрегатов, заглубление насосной станции в грунт и способы производства работ, количество всасывающих камер водоприемного колодца и их размер по фронту (для насосных станций I подъема), количество и размеры резервуаров чистой воды (для насосных станций I подъема), арматуру, которой оборудуются напорные трубопроводы, и т. д. Принятая схема расположения агрегатов должна обеспечивать минимальные размеры здания насосной станции, удобство монтажа и демонтажа насосных агрегатов и простоту эксплуатации насосной станции.

В целях повышения надежности работы станции насосы следует устанавливать под залив при самом низком уровне воды в водоеме или в резервуаре.

Коммуникации насосных станций следует выполнять из стальных труб на сварке с применением фланцев для присоединения арматуры и насосов. Трубопроводы и арматуру располагают на опорах.

Всасывающие и напорные трубопроводы в помещениях насосных станций, как правило, укладывают над поверхностью пола. Лишь в отдельных случаях допускается их прокладка в каналах, перекрываемых съемными щитами, или в подвалах. Напорные линии каждого насоса оборудуют задвижками и обратными клапанами, располагаемыми между насосами и задвижками. Для измерения и учета расхода воды, перекачиваемой насосной станцией, на напорных трубопроводах в машинном отделении или в камере, примыкающей к нему, устанавливают водомеры (скоростные турбинные, трубы Вентури, сопло Вентури, диафрагмы и др.).

Машинные отделения насосных станций, кроме того, должны иметь следующее *вспомогательное оборудование*: вакуум-насосы для заливки основных насосов при запуске, если они установлены не под заливом (в насосных станциях III класса допускается для этих целей устанавливать на всасывающих линиях приемные клапаны); дренажные насосы для удаления из заглубленных насосных станций грунтовой воды, просачивающейся через стены; подъемно-транспортные механизмы (таль с кошкой, подвесную кран-балку и др.) для монтажа и демонтажа основного насосного оборудования.

Для приведения в действие насосов применяют синхронные и асинхронные двигатели переменного тока, работающие на напряжении 220/300 и 500 В

(насосные агрегаты малой и средней мощности) или 3000 и 6000 В (насосные агрегаты большой мощности). Наиболее просты асинхронные двигатели, не требующие для запуска специальных устройств. Синхронные электродвигатели применяют для крупных насосных агрегатов мощностью более 200 кВт.

2.5.5 Совместная работа насоса и трубопроводов

Для определения рабочей точки системы «насос – трубопровод» следует на одном и том же графике в одинаковых масштабах изобразить характеристики насоса и насосной установки.

(http://nvfomgtu.ru/student/student_news/virtualnye_laboratornye_raboty/lab/lab03/mtd.htm)

Характеристикой трубопровода называется зависимость требуемого напора $H_{\text{потр}}$, м, от расхода жидкости:

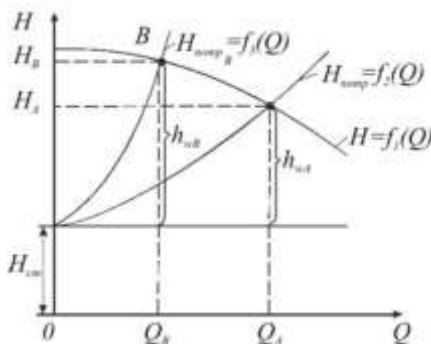
$$H_{\text{потр}} = H_{\text{ст}} + h_w = H_r + (p_2 + p_1)/(\rho g) + h_w, \quad (2.12)$$

где $H_{\text{ст}}$ – статический напор установки, $H_{\text{ст}} = (p_2 + p_1)/(\rho g)$; h_w – суммарные потери напора во всасывающем и напорном трубопроводах, м; H_r – геометрический напор, определяемый расстоянием по вертикали между уровнями жидкости в питающем и приемном резервуарах, м; p_2, p_1 – избыточные давления на свободных поверхностях в питающем и приемном резервуарах соответственно, Па.

Насос, перекачивающий жидкость, работает в режиме, при котором требуемый напор равен напору, развиваемому насосом. Равенство напора, развиваемого насосом, и потребного напора насосной установки характеризует режим работы, определяемый рабочей точкой (рисунок 2.19), параметры которой Q_A и H_A . Это означает, что насос, работая на данный трубопровод, создает напор H_A , обеспечивая подачу в трубопровод Q_A .

Рисунок 2.19 – Совмещенная Q - H характеристика системы «насос – трубопровод»

(http://nvfomgtu.ru/student/student_news/virtualnye_laboratornye_raboty/lab/lab03/GIDROM03_files/image017.jpg)



Для обеспечения нормальной экономичной работы насоса рабочая точка должна находиться в рабочей зоне насоса.

Чтобы изменить режим работы насоса, необходимо изменить характеристику либо насоса, либо трубопровода. Характеристику трубопровода можно изменить при помощи регулирующей задвижки (дросселирование). Если прикрыть задвижку, то гидравлические сопротивления трубопровода увеличатся, характеристика пойдет круче и точка пересечения характеристик насоса и трубопровода переместится влево (из т. А в т. В). Подача насоса при этом уменьшается с Q_A до Q_B .

По разным оценкам до 20–25 % мирового потребления всей вырабатываемой электроэнергии приходится на насосное оборудование. В отрасли водоснабжения и водоотведения этот показатель достигает до 85 % затрат на эксплуатацию насосного оборудования.

Сложившаяся к настоящему времени практика (особенно в ЖКХ) свидетельствует о крайне неэффективной эксплуатации насосного оборудования. Нередки случаи, когда КПД насосных систем не превышает 10–20 %, в то время как КПД установленных в них насосов составляет 60–90 %. Основными причинами неэффективной эксплуатации насосного оборудования являются: установка таких насосов, у которых показатели напора и подачи превышают требования системы; регулирование режима работы насосов путем дросселирования (с помощью дроссельной задвижки); износ оборудования.

Задачи снижения энергопотребления насосного оборудования решаются, прежде всего, путем обеспечения согласованной работы насоса и системы водоснабжения. Проблема избыточного энергопотребления эксплуатируемых насосных систем может быть успешно решена за счет модернизации, направленной на обеспечение этого требования.

Одним из наиболее эффективных способов экономии энергии в насосных установках, работающих с переменной нагрузкой, является применение регулируемого электропривода (РЭП). Приведенный в работе анализ результатов применения РЭП показал, что в одних случаях его установка приводит к ощутимой экономии энергии, в других она незначительна, в третьих установка привода не обеспечивает получение её экономии. Исследование методов и форм применения регулируемого привода свидетельствует о том, что на практике чаще всего используются технически наиболее простые, а экономически наименее эффективные способы управления насосными установками, такие, как стабилизация давления на выходе из насоса. Степень использования потенциала энергосбережения при этом составляет не более 15–30 %, что приводит к тому, что большая часть потенциала, даже после установки регулируемого привода остается невостребованной. Одной из основных причин такого положения является недостаточная изученность влияния РЭП на работу систем водоснабжения и водоотведения.

Разработанная новая методика позволяет определять области возможных режимов работы реальных и виртуальных лопастных насосов, оснащенных

регулируемым приводом, с учетом возможных ограничений при их эксплуатации (минимальное значение КПД, помпаж, кавитация, мощность электродвигателя привода, максимальное и минимальное значения частоты вращения рабочего колеса). Также с помощью специально составленных компьютерных программ можно исследовать совместимость характеристик насосов при оценке целесообразности и эффективности включения их в параллельную или последовательную работу.

Признавая возможности сокращения потребляемой и полезной мощности при регулировании скорости с целью лучшего соответствия потребностям системы, необходимо определять реальную эффективность насосов с частотным регулированием привода для конкретной системы, сопоставляя или сочетая этот способ с другими действенными методами снижения энергозатрат, и в первую очередь с соответствующим уменьшением номиналов подачи и/или напора в расчете на один насос при увеличении их количества.

2.6 Проектирование водопроводной сети

Для транспортирования воды потребителям применяют водоводы и водопроводную сеть. **Водоводы** служат для транспортировки воды от мест забора и очистки воды до населенного пункта или водоснабжаемого объекта. **Водопроводная сеть** прокладывается непосредственно по территории населенного пункта или промышленной зоны, и в отличие от водоводов предназначена не только для транспортирования, но и распределения воды между потребителями, для транспортирования воды от источника к месту потребления. Она является практически единственным элементом системы водоснабжения и состоит из магистральных и распределительных линий. Магистральные линии предназначены для транспортирования транзитной воды в пределах объекта водоснабжения. Распределительные линии прокладываются в необходимых точках при транспортировании воды от магистралей к потребителю. Если водопроводная сеть питает один дом, то функции магистральных и распределительных линий совмещаются в одной нитке.

Схемы водопроводных сетей зависят от планировки объектов водоснабжения и по начертанию в плане бывают тупиковые (или разветвленные), кольцевые (рисунок 2.20) и комбинированные (или смешанные).

Тупиковая схема сетки состоит из магистральной линии и ответвлений, которые отходят в виде тупиковых участков. В тупиковой сети вода движется в одном направлении — до конца ответвления. Тупиковая схема – кратчайшая по длине, но менее надежная относительно бесперебойной подачи воды. Во время аварии на одном участке магистрали все участки, которые расположены за ним, не будут обеспечены водоснабжением.

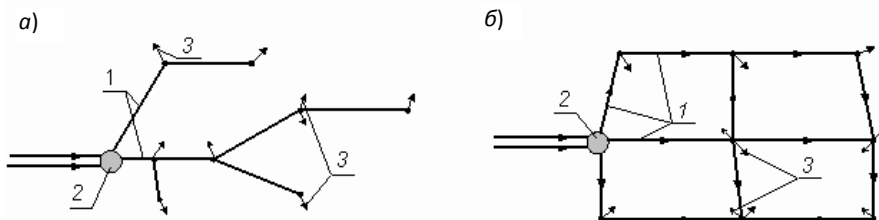


Рисунок 2.20 – Схемы начертания водопроводных сетей:
 а – тупиковая; б – кольцевая; 1 – магистральные линии; 2 – водонапорная башня;
 3 – водоразбор потребителями

(http://edu.dvfgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/VODOSN/METHOD/VODOSNAB_STAN/MU.HTM)

Кольцевая схема не имеет тупиковых участков, и все ее ответвления соединены между собой и замкнуты.

Комбинированная схема состоит из закольцованных и тупиковых линий.

Кольцевая и комбинированная схемы сетей водоснабжения более надежные в эксплуатации. В закольцованной сети вода не застаивается, а постоянно циркулирует. Аварийные участки выключают без прекращения подачи воды другим потребителям.

В городских и производственных водопроводах сети, как правило, проектируют кольцевыми. Тупиковые линии допускаются при диаметре трубопроводов не более 100 мм.

2.6.1 Трассировка водопроводных сетей

Трассировка водопроводной сети, т.е. геометрическое начертание ее в плане, выполняется в зависимости от планировки объекта водоснабжения и размещения на его территории отдельных водопотребителей, рельефа местности, наличия естественных и искусственных препятствий для прокладки труб (реки, каналы, автомобильные или железные дороги и т.п.)

При планировании трассировки сети необходимо руководствоваться следующими рекомендациями (ТКП 45-4.01-32–2010):

- соблюдать требования землепользователей;
- проверять наличие существующих дорог, сооружений и устройств на них, линий электропередач (ЛЭП) и подземных коммуникаций;
- изучить возможность создания санитарно-защитных полос;
- учесть требования охраны окружающей среды и рекультивации земли.

При проектировании трассы водоводов, магистральных и распределительных сетей должны быть согласованы в установленном порядке со всеми заинтересованными службами.

Запрещается трассировать водоводы, магистральные и распределительные сети по территориям кладбищ, скотомогильников, свалок и другим неблагоприятным в санитарно-гигиеническом отношении местам. Расстояние от оси трубопровода до границ указанных территорий должно соответствовать нормативным требованиям [3].

При трассировании водоводов, магистральных и распределительных сетей необходимо избегать заболоченных участков, излучин крупных рек, озер, участков с неблагоприятными геологическими условиями, районов горных разработок, застроенных территорий, оврагов и т. п.

Трассу водопроводных сетей увязывают с вертикальной и горизонтальной планировкой местности и с учетом других подземных инженерных сетей. Водопроводные сети на проездах, как правило, укладывают прямолинейно и параллельно линиям застройки, строго по трассе (рисунок 2.21).

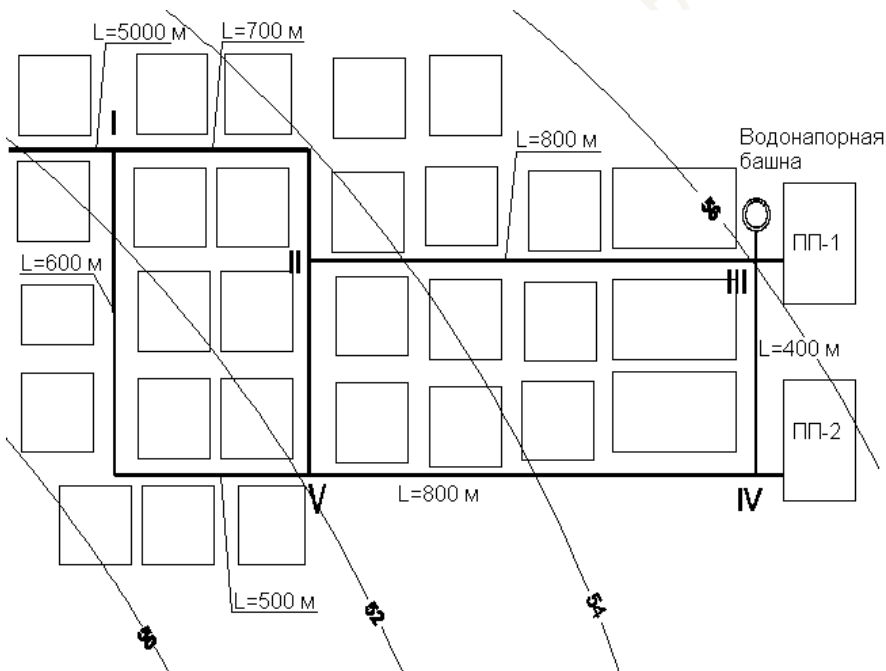


Рисунок 2.21 – Схема трассировки магистралей водопроводной сети
(http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/VODOSN/METHOD/MP/MP_KP4.htm)

Расстояние в плане от водопроводных сетей до параллельно расположенных зданий и сооружений нужно определять в зависимости от кон-

струкций фундаментов зданий, глубины их заложения, диаметра и характеристики сетей, напора воды в них и т.п. В таблице 2.4 указаны минимальные расстояния от водопровода до других коммуникаций и сооружений.

Пересечения трубопроводов нужно выполнять под прямым углом между собой и к оси проездов. Размещение водопроводных линий по отношению к другим подземным коммуникациям должно обеспечить возможность монтажа сетей и не допускать подмывов фундаментов в случае повреждения водопровода.

Таблица 2.4 – Минимальные расстояния от водопровода до других коммуникаций и сооружений

Наименование	Расстояние, м
Обрез фундаментов зданий	5
Крайний рельс трамвайных путей	2
Газопровод	1–2
Столбы наружного освещения и ограды	1,5
Стволы деревьев	2
Бордюрные камни автодорог	2
Кабели связи	0,5
Электрокабели напряжением до 35 кВ	1
Канализационные линии при диаметре водопроводных труб, мм: до 200 более 200	Не менее 1,5 " 3,0

Число пересечений водовода и магистральной сети с реками, автомобильными и железными дорогами должно быть минимальным. Если такие пересечения неизбежны, их рекомендуется делать под углом 90° к указанным препятствиям и в наиболее удобных местах для строительства и эксплуатации. В отдельных случаях, при соответствующем обосновании, допускается уменьшение угла пересечения до 45°.

Количество ниток водовода должно приниматься в зависимости от категории системы водоснабжения, количества и мощности источников водоснабжения и очередности строительства.

Водопроводные сети должны быть кольцевыми. Конфигурация сети, расположение и направление основных магистралей должны приниматься в зависимости от планировки населенного пункта, мест подачи воды от источников, расположения отдельных крупных потребителей воды, а также от различных естественных и искусственных препятствий — рек, оврагов, рельефа местности и т. п.

Тупиковые линии водопроводной сети при подаче воды допускается принимать:

– на производственные нужды – при допустимости перерыва в водоснабжении на время ликвидации аварии;

– питьевые и хозяйственные нужды – при диаметре труб не более 100 мм;

– в противопожарный водопровод или в объединенный противопожарный водопровод – в случаях, регламентированных в ТКП 45-2.02-138.

Прокладка наружных водопроводных сетей через здания и сооружения не допускается.

При трассировании водопроводной сети в населенном пункте необходимо руководствоваться следующими положениями:

– магистральные водопроводные сети следует направлять по кратчайшему расстоянию к наиболее крупным потребителям воды, а также к водонапорной башне и от нее;

– для обеспечения надежности водоснабжения количество линий магистральной водопроводной сети должно быть не менее двух или должно быть выполнено их кольцевание при условии подачи воды из различных источников;

– водопроводные сети должны быть расположены равномерно по всей территории объекта водоснабжения;

– для обеспечения достаточных давлений в распределительной сети магистральные линии следует прокладывать по наиболее высоким отметкам местности, при этом надо исключать возможность возникновения давления в трубопроводе ниже атмосферного;

– водопроводные линии следует располагать по обочинам дорог, исключая, по возможности, зоны асфальтовых или бетонных покрытий;

– необходимо учитывать естественные и искусственные преграды;

– развитие водопроводной сети должно учитывать очередность застройки и перспективное развитие системы водоснабжения;

– при проектировании микрорайонов (кварталов) жилой застройки необходимо разрабатывать схемы их водоснабжения, в которых должны учитываться очередность и перспективное развитие микрорайонов (кварталов).

При ширине проездов более 20 м допускается прокладывать дублирующие линии, исключая пересечение проездов вводами в здания.

При ширине улиц в пределах красных линий 60 м и более следует рассмотреть вариант прокладки сетей по обеим сторонам улиц.

2.6.2 Методика расчета водопроводных сетей

Системы водопровода состоят из отдельных элементов, работа которых должна быть рассмотрена во взаимосвязи. **Сущность расчета водопроводных сетей** сводится к подбору правильных диаметров труб и определению потерь напора для преодоления сопротивлений в трубах при пропуске по ним расчетных расходов воды.

Разветвлённые водопроводные сети рассчитываются как системы последовательно соединенных трубопроводов, осуществляющих раздачу воды по пути и в виде сосредоточенных расходов в боковые ответвления.

Расчёт кольцевых водопроводных сетей значительно сложнее, т.к. трудность заключается в определении направления движения по отдельным ветвям сети. Закономерности движения воды в кольцевых сетях сводится к двум положениям:

1 Расходы распределяются по ветвям кольцевой сети таким образом, чтобы потери напора по одной ветви кольца были равны потерям напора на другой его ветви.

2 Сумма расходов, притекающих к узлу, должна быть равна сумме расходов, оттекающих от него, включая расход в самом узле.

Расчёт кольцевой водопроводной сети сводится к назначению диаметра труб, определению расходов протекающих по отдельным ветвям сети и подсчёту потерь напора от места подачи воды до расчётной точки сети. Кольцевые сети рассчитывают несколько раз – на максимальный хозяйственный водоразбор, на пропуск пожарных расходов. По данным гидравлических расчётов определяют напор, который должны развивать насосы, и высоту самой водонапорной башни.

Водопроводные системы жилых зданий представляют собой типовые трубопроводные системы, в состав которых входят: пункты водозабора на входе в здание (вводные ответвления магистральных трубопроводов); водомерный узел, регулирующее и насосное оборудование; внутридомовые разводящие трубопроводы и стояки системы водораспределения; водоразборные устройства и технологические подводки к системам водообеспечения здания.

Гидравлический расчет водопроводной сети может производиться в двух вариантах: *проектном* и *поверочном*. Цель гидравлического расчета системы водоснабжения здания на проектно-конструкторском этапе состоит в определении оптимальных сечений разводящих внутренних трубопроводов, расчете необходимого расхода и давления воды на входе в систему и расчетном обосновании нормативных показателей водопотребления на наиболее удаленных водоразборных узлах сети (http://www.baurum.ru/library/?cat=water_supply_buildings&id=5280).

Методика гидравлического расчета предусматривает несколько этапов.

1 Строится аксонометрический план водопроводной системы дома с поэтажной разводкой системы водоснабжения ко всем водоразборным узлам (санитарно-техническим устройствам) здания, включая системы технического и противопожарного обеспечения.

2 На аксонометрической схеме определяются длины прямолинейных расчетных участков одного диаметра. Деление системы на участки при гидравлическом расчете водоснабжения следует производить, начиная с диктующего (самого удаленного и высоко расположенного) узла водоразбора.

3 Определяются условные расходы воды для каждого участка, исходя из количества водоразборной арматуры, включенной в ветвь сети. Количество узлов водопотребления определяется по проектной схеме.

4 По нормативной скорости потока v_n от 0,7 до 1,5 м/с вычисляются допустимые диаметры участков водопроводной сети. На основании полученных результатов составляется сводная таблица гидравлического расчета водопроводных труб. Расчеты диаметров производятся по методическим рекомендациям СНиП. Расход воды на каждом из участков определяется по формуле

$$q = 5q_0 a, \quad (2.13)$$

где q_0 – максимальный расход водоразборных устройств, л/с; a – коэффициент, определяемый произведением вероятности одновременного включения водоразборных приборов системы водоснабжения (P) на количество приборов на данном участке (N): $a = PN$.

5 Определяются потери напора на участках трубопровода:

$$H = il(1 + k_l), \quad (2.14)$$

где i – гидравлический уклон участка; l – длина участка; k_l – коэффициент, значение которого зависит от назначения сети. При гидравлическом расчете системы водоснабжения хозяйственно-питьевых сетей жилых и общественных зданий $k_l = 0,3$.

В случае секционного объединения стояков узловые потери напора при гидравлическом расчете внутреннего водопровода

$$H = f \sum_m il(1 + k_l), \quad (2.15)$$

где f – коэффициент, величина которого зависит от вида водоразбора (для сетей хозяйственного водопользования $f = 0,5$; для систем противопожарного водопровода $f = 0,3$); m – число стояков в водопроводной сети.

6 По таблицам гидравлического расчета водопроводных труб находятся общие потери напора в сети. Данные, полученные для каждого выделенного участка, суммируются и дают искомый результат:

$$H_{\text{общ}} = H_1 + H_2 + \dots + H_n, \quad (2.16)$$

на основании которого и определяется величина требуемого напора на входе водопроводной системы здания. Сравнение $H_{тр}$ с напором, поставляемым магистральными водоподводящими сетями, позволяет сделать вывод о необходимости установки дополнительного насосного оборудования. Порядок гидравлического расчета горячего водоснабжения соответствует приведенной выше методике.

2.6.3 Установка трубопроводной арматуры

Трубопроводная арматура – это оборудование, устанавливаемое на трубопроводах, агрегатах, сосудах и которое предназначено для изменения потоков рабочих сред путем изменения площади проходного сечения. Она характеризуется двумя главными параметрами: условным проходом и условным давлением.

Выбор материала определяется условиями эксплуатации и назначением арматуры: для бытовых нужд – это чаще всего обычные латунные, небольшого размера, а для промышленности – стальные и чугунные.

Для хозяйственно-питьевых и хозяйственно-противопожарных водопроводов устанавливают арматуру на давление 0,6 МПа, а для отдельных противопожарных водопроводов – 0,9 МПа.

В водопроводных сетях используются следующие типы арматуры: запорная, предохранительная, регулирующая, водоразборная, и контрольная.

Выбор типа арматуры должен производиться по каталогам и справочникам изготовителей. При этом следует выполнять технико-экономическое сравнение арматуры различных изготовителей с учетом габаритов, надёжности работы, стоимости самой арматуры.

К *запорной арматуре* можно отнести пробковые проходные краны, задвижки, запорные вентили (рисунок 2.22), автоматически закрывающиеся клапаны, предназначенные для перекрытия отдельных участков сети, и др.



Рисунок 2.22 – Пример запорных вентилях

На трубопроводах условным проходом

более 50 мм в качестве запорной арматуры устанавливают задвижки.

Запорную арматуру устанавливают в следующих местах: у основания стояков хозяйственно-питьевой сети в зданиях, имеющих более двух этажей; на всех ответвлениях от магистральных трубопроводов; кольцевой

магистральной сети; у основания пожарных стояков, на которых имеется пять пожарных кранов и более; на ответвлениях в каждую квартиру; подводках к промывным канализационным устройствам (бачкам, смывным кранам, писсуарам); подводках к водонагревательным приборам; перед приборами и аппаратами специального назначения; на ответвлениях, питающих более пяти водоразборных устройств.

К *предохранительной арматуре* относятся предохранительные клапаны, обеспечивающие в сети или перед приборами напор, не превышающий заданный, клапаны для впуска и заземления воздуха; вантузы, а также обратные клапаны, обеспечивающие движение воды в трубопроводе только в одном направлении, и другие типы клапанов автоматического действия.

Излишнее повышение напора в трубопроводах может привести к повреждению сети или присоединенного к ней оборудования. Обратные клапаны устанавливают, например, на вводах при наличии повысительных насосов на обводной линии, а также при наличии в системе водонапорного бака. При движении воды в трубопроводе в обратном направлении клапан прижимается водой к седлу и закрывает проход.

Для возможности полива территории вокруг зданий внутренние водопроводы, как правило, оборудуют поливочными кранами. Эти краны выводят к наружным стенам (цоколю) здания в ниши на высоте 0,3–0,35 м от поверхности земли через каждые 60–70 м по периметру здания. Подводки к кранам должны быть оборудованы запорными вентилями, расположенными в теплом помещении зданий. Для возможности спуска воды на зиму подводка прокладывается с уклоном в сторону поливочного крана, а в пониженной точке подводки дополнительно устанавливается тройник с пробкой или кран для спуска воды.

Регулирующая арматура предназначается для регулирования расхода и поддержания определенного напора в сети. К регулировочной арматуре относятся обратные клапаны, регуляторы давления, регулировочные вентили и т. п. Регуляторы давления (напора) понижают давление и поддерживают его "после себя", поэтому их устанавливают на вводах в здания, в квартиры, на этажах многоэтажных зданий.

На водопроводной сети следует предусматривать установку *водоразборной арматуры*: пожарные гидранты, водоразборные колонки и краны.

На сети питьевого водопровода, проходящего по территории индивидуальной или смешанной застройки, следует предусматривать установку водозаборных колонок. Радиус действия водозаборной колонки – не более 100 м. Вокруг водоразборной колонки должна быть отмостка шириной 1 м с уклоном 0,1 от колонки.

Снижение непроизводительных потерь воды во многом зависит от гидравлических и конструктивных характеристик водоразборной арматуры. Использование арматуры с керамическими уплотнительными элементами, однорычажных и термостатических смесителей приводит к реальной экономии холодной и горячей воды.

Забор воды пожарным транспортом из систем водоснабжения при возникновении возгораний и их ликвидации осуществляется **пожарным гидрантом**. Установку пожарных гидрантов на водопроводной сети следует принимать по ТКП 45-2.02-138. По своим конструктивным особенностям и условиям защиты против пожара на объекте, он может быть как подземным, так и надземным.

Надземные устройства находятся выше земной поверхности, с колонками, закрепленными на них.

Подземный пожарный гидрант устанавливается в специализированных колодцах, закрытых крышкой. Пожарные краны, выпускаемые диаметром 50 и 65 мм, представляют собой вентили с наружной и внутренней резьбой на концах для ввертывания в тройники монтажного стояка и присоединения быстросмыкающихся полугаек. Тройник – это специальная опора, которая позволяет устойчиво удерживать подсоединенные гидранты во время тушения пожара. Пожарная подставка в купе с гидрантом входит в перечень инвентарного оборудования. Соединяется она с гидрантом посредством фланцев. Этот тройник под пожарный гидрант ориентирован на предотвращение утечки воды из магистральной линии, в которой, зачастую, преобладает высокое давление.



Рисунок 2.23 – Установка гидранта в колодце
(http://gtrk-omsk.ru/data_new/135801/detail)

Особенности установки пожарных гидрантов. Для отбора воды на противопожарное оборудование навинчивают пожарную колонку, которая имеет два выходных парубка, использующихся для присоединения рукавов (рисунок 2.23).

Колонка пожарная предназначена для присоединения пожарных рукавов и открывания либо закрывания подземных гидрантов с целью забора воды из водопроводных каналов на пожарные нужды. При наземных и надземных видах водопроводной прокладки, они ставятся прямо на сети.

Следует помнить, что *противопожарные системы должны соответствовать целому ряду условий:*

- отключающая арматура и сами устройства должны размещаться в камерах (наземных), которые полностью исключают их замерзание при наружных отрицательных температурных режимах;
- они должны эксплуатироваться и содержаться в полном соответствии с существующими правилами пожарной безопасности;
- обеспечивать нужный расход воды, согласно требуемым нормам ее забора на пожарные потребности;
- их проверка должна проводиться не менее двух раз ежегодно осенью и весной. По ее результатам составляется акт;
- при наступлении зимы устройство необходимо утеплить и своевременно очищать от снега и льда;
- проезд специализированного транспорта (пожарного) к месту установки гидранта должен быть свободным. Места его установки и направление требуемого движения должны быть обозначены определенным образом.

2.6.4 Подбор материала и глубины заложения водопроводных линий

Глубина заложения водопроводных труб зависит от глубины промерзания грунта, температуры воды в трубах и режима ее подачи. Следует учитывать, что глубина промерзания грунта неодинакова не только в разных районах, но и в одном и том же районе. Она зависит от характера грунта и наличия растительного покрова, от наличия грунтовых вод, толщины снежного покрова и условий нагревания поверхности земли солнцем.

Глубина заложения труб, считая до их нижней образующей, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта, чтобы она работала нормально и не перемерзала в холодное время года. Допускается принимать меньшую глубину заложения водоводов или участков водопроводной сети при условии выполнения тепловой изоляции.

Расчетную глубину проникания в грунт нулевой температуры следует принимать по данным Государственного комитета по гидрометеорологии Республики Беларусь и СНБ 2.04.02. При отсутствии таких данных глубину проникания в грунт нулевой температуры и возможное её изменение в связи с предполагаемыми изменениями в благоустройстве территории следует определять теплотехническими расчетами. Климат Беларуси умеренно континентальный, поэтому средняя годовая глубина промерзания находится в пределах 0,6–0,74 м (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Глубина промерзания грунта в Республике Беларусь по областям

Область	Глубина промерзания, м	
	средняя годовая	максимальная
Брестская	0,61	1,27–1,0
Витебская	0,70	1,25–1,40
Гомельская	0,63	1,27–1,50
Гродненская	0,62	1,22–1,42
Минская	0,68	1,29–1,47
Могилевская	0,74	1,41–1,50

Минимальную глубину заложения труб определяют из условия защиты их от воздействия внешних нагрузок и предохранения воды от нагревания в летнее время. Ориентировочно ее можно принять равной 1 м.

Водопроводные линии прокладывают с учетом рельефа местности с постоянной глубиной заложения, необходимым уклоном, обеспечивающего опорожнение сети и выпуск воздуха из нее. Для этого в пониженных местах сети устраивают выпуски, а в возвышенных — вантузы.

При определении глубины заложения водоводов и водопроводных сетей при подземной прокладке следует учитывать внешние нагрузки от транспорта и условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями. Поэтому в городах и на промышленных предприятиях, имеющих большое количество подземных коммуникаций различного назначения, целесообразно прокладывать их в проходных или полупроходных коллекторах. Под железнодорожными путями водопроводные линии обычно прокладывают в проходных каналах или в металлических футлярах-кожухах.

Водопроводная сеть является наиболее дорогой и ответственной в системе водоснабжения. Её монтируют из труб заводского изготовления. На месте строительства производится соединение труб и их укладка.

В соответствии с условиями эксплуатации водопроводной сети к ней предъявляются следующие требования: прочность, т.е. высокое сопротивление всем возможным внутренним и внешним нагрузкам; герметичность труб и их стыковых соединений; гладкость внутренней (гидравлической) поверхности труб для обеспечения минимальных потерь напора в сети; долговечность, т.е. возможность длительного срока эксплуатации сети.

Для укладки наружных водопроводных сетей используются трубы из различных материалов: асбестоцементные; железобетонные; чугунные; стальные; пластмассовые.

Асбестоцементные трубы (ГОСТ 539–80*) выпускаются диаметром условного прохода $d = 100...500$ мм и длиной $l = 2...4$ м. Трубы изготавливаются с гладкими обтачными концами (рисунок 2.24). Соединение труб осуществляется с помощью подвижных асбестоцементных муфт. Надвигание

муфты на соединение труб производят винтовым домкратом. Для уплотнения стыка используются резиновые уплотнительные кольца.

К достоинствам асбестоцементных труб относятся: устойчивость к действию коррозии и блуждающих токов; небольшая масса; гладкая внутренняя поверхность; сравнительно небольшая стоимость.

Недостатками асбестоцементных труб являются: малая сопротивляемость ударам и динамическим нагрузкам; наличие скрытых дефектов (микротрещин), которые обнаруживаются только после гидравлического испытания труб.

В основном асбестоцементные трубы применяются для устройства распределительных водопроводных сетей.

Железобетонные трубы (ГОСТ 12586.0-83, ГОСТ 26819-86) (рисунок 2.25) выпускаются диаметром условного прохода $d = 500...1600$ мм и длиной $l = 5$ м. Трубы изготавливаются с одним гладким и одним раструбным концом двумя способами: виброгидропрессованием и центрифугированием. Соединение труб осуществляется с помощью резиновых уплотнительных колец или манжет.



Рисунок 2.25 – Железобетонные трубы (<http://phoenix-master.com/wp-content/uploads/2013/08/gbtrn.jpg>)



Рисунок 2.24 – Асбестоцементные трубы

К достоинствам железобетонных труб относятся: высокая пропускная способность; гладкая внутренняя поверхность; устойчивость к действию коррозии и блуждающих токов; долговечность; металлоемкость.

К недостаткам железобетонных труб следует отнести их громоздкость и высокую массу, что вызывает необходимость устройства фундамента под каждое стыковое соединение при прокладке труб.

Железобетонные трубы применяются для устройства напорных водоводов, а также для прокладки магистральных линий в населенных пунктах.

Чугунные трубы (ГОСТ 9583–75*) (рисунок 2.26) выпускаются диаметром условного прохода $d = 50... 1200$ мм и длиной $l = 2...10$ м. Трубы изго-



Рисунок 2.26 – Чугунные трубы
(<http://www.ru.all.biz/img/ru/catalog/875349.jpeg>)

тавливаются с одним гладким и одним раструбным концами из серого чугуна литьем в песчаные формы. Соединение труб осуществляется путем ввода гладкого конца одной трубы в раструб другой с заполнением образовавшегося кольцевого пространства уплотнителем (пеньковой смоляной или битуминизированной пряждю и другими материалами). В остальную часть раструба вводится наполнитель, который придает прочность стыку. В качестве наполнителя применяют свинец, асбестоцемент и другие материалы.

Достоинством чугунных труб является их долговечность.

К недостаткам чугунных труб относятся: большой расход металла; неустойчивость к динамическим нагрузкам; подверженность действию коррозии и блуждающих токов.

В настоящее время самыми перспективными являются трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ). Срок службы этих труб достигает 80–100 и более лет, они менее подвержены авариям по сравнению с трубопроводами из других материалов, полностью отсутствует коррозия и зарастание внутренней поверхности труб, устойчивы к внешним нагрузкам. Внутреннее песчанно-цементное покрытие обеспечивает соблюдение санитарно-эпидемиологических требований при транспортировании питьевой воды и улучшает гидравлические свойства трубопроводов. Большое внутреннее проходное сечение труб ВЧШГ по сравнению с полиэтиленовыми трубами позволяет значительно снизить затраты на перекачку транспортируемой жидкости.

Чугунные трубы применяются для прокладки сетей в пределах населенных пунктов.

Стальные трубы (ГОСТ 10704–91*, 8696-74*) (рисунок 2.27) выпускаются диаметром условного прохода $d = 100...1600$ мм и длиной $l = 4...12$ м. В зависимости от способа изготовления трубы бывают бесшовными (литыми) и сварными (с продольным швом). Соединение этих труб производится электродуговой сваркой. При небольшом объеме работ сварку выполняют вруч-

ную на месте укладки. При значительном объеме сварных работ трубы соединяют автоматической сваркой на заводе и в виде плетей длиной 30–35 м перевозят на место строительства.

Достоинство стальных труб – это их высокая прочность, сравнительно небольшая масса, простота и прочность соединения, высокая сопротивляемость ударам и динамическим нагрузкам. Существенными недостатками их являются подверженность коррозии и действию блуждающих токов, а также значительная стоимость.

Для защиты стальных труб от коррозии их внутреннюю и наружную поверхности покрывают пластмассовой или эмалевой облицовкой.

Стальные трубы применяются для устройства самотечных и всасывающих линий, переходов под железнодорожными и автомобильными дорогами, а также при прокладке трубопроводов в сложных природных условиях.

Полиэтиленовые трубы (ГОСТ 18599-2001) (рисунок 2.28) выпускаются из полиэтилена высокого (ПВД) и низкого (НПД) давления и из поливинилхлорида (винипласта) условным диаметром $d = 10...600$ мм и длиной $l = 5...12$ м. Трубы



Рисунок 2.28 – Полиэтиленовые трубы (<http://www.stroytorg.org/images/truby.jpg>)

рассчитаны на транспорт воды температурой до 30 °С. Трубы изготавливаются винипластовые и полиэтиленовые и поставляются диаметром до 40 мм в бухтах, большим диаметром – в виде отрезков длиной от 5 до 12 м.

Неразъемные соединения труб осуществляются сваркой или склеиванием (в раструб или при помощи муфты). Разъемные соединения труб устраиваются

фланцевыми или раструбными с применением резиновых уплотнительных колец.



Рисунок 2.27 – Стальные трубы (<http://tm-nn.ru/files/images/29102013.jpg>)

Достоинствами пластмассовых труб являются: устойчивость к действию коррозии и блуждающих токов; гладкая внутренняя поверхность; высокая пропускная способность; долговечность; малая масса и теплопроводность; легкость монтажа; устойчивость к кислотам и щелочам. К недостаткам пластмассовых труб следует отнести высокий коэффициент линейного расширения (не рекомендуется использовать в условиях жаркого климата), слабая сопротивляемость раздавливанию.

Пластмассовые трубы применяются для устройства распределительной сети в населенных пунктах, а также для транспортирования агрессивных сред на промышленных предприятиях.



Рисунок 2.29 – Стеклопластиковые трубы
(<http://www.aquaecology.by/catalog/>)

Стеклопластиковые трубы (ТУ2296-002-9657-9200–2007) (рисунок 2.29) выпускаются условным диаметром $d = 300...2600$ мм. Для производства стеклопластиковых труб используют ненасыщенные полиэфирные смолы, стекловолокно, кварцевый песок, вспомогательное сырье. Стеклопластиковые трубы применяются для целей водоснабжения и могут быть отнесены к гидравлически гладким (Устройство и оборудование водопроводной сети – http://studopedia.ru/2_11803_ustroystvo-i-oborudovanie-vodoprovodnoy-oy-seti.html).

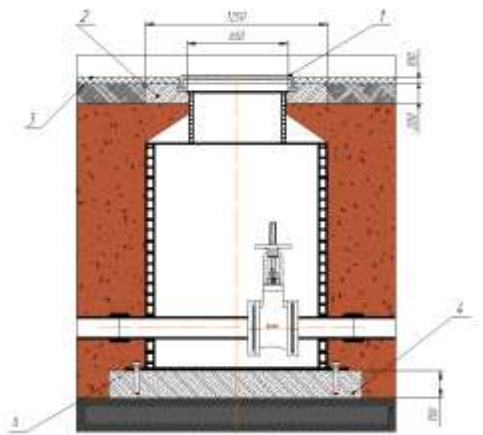
К достоинствам этих труб можно отнести: хорошие эксплуатационные характеристики; хорошая теплопроводность; прочность; биологическая стойкость; влагостойкость и химическая стойкость полимера; устойчивость к агрессивным средам и резким перепадам температур. Срок эксплуатации труб – до 50 лет.

На водопроводной сети устанавливают *водопроводные колодцы* для размещения в них арматуры и фасонных частей (рисунок 2.30). Размеры колодцев должны обеспечивать возможность размещения и эксплуатации устанавливаемых в них арматуры и фасонных частей. Колодцы устраивают из монолитного и сборного железобетона круглыми или прямоугольными в плане (камеры). Глубина колодцев зависит от принятой глубины заложения труб.

Рисунок 2.30 – Монтаж водопроводного колодца в грунт:

- 1 – чугунный люк;
- 2 – пригрузочная плита;
- 3 – дорожное покрытие;
- 4 – бетонный "якорь";
- 5 – анкерные болты

(http://ecosystemy.ru/vodoprovodnye_kolodcy)



Трубопроводы при пересечении автомобильными и железными дорогами следует прокладывать в водопропускных трубах под насыпями или путепроводах. При отсутствии такой возможности водопроводные линии укладывают в футляре, представляющем собой трубу диаметром, на 300 мм превышающим диаметр трубопровода.

2.6.5 Регулирующие и запасные ёмкости

Регулирующие и запасные емкости применяются в зданиях для создания запаса воды в объеме, достаточном для регулирования неравномерности водопотребления, а при наличии противопожарных устройств они обеспечивают неприкосновенный противопожарный запас ее.

Водонапорные баки размещают на высоте, которая обеспечивает необходимый напор во внутренней водопроводной сети. Запас воды в баках на хозяйственно-питьевые нужды следует предусматривать в зависимости от количества расходуемой воды, степени неравномерности расхода и поступления воды в баки.

Схема работы водонапорной башни представлена на рисунке 2.31. Насосная станция производит забор грунтовых вод в водонапорную башню, при этом в процессе закачки вода подвергается дезинфекции и фильтруется, после чего поступает непосредственно в резервуар, установленный на вершине водонапорной башни. Из водонапорной башни вода поступает в жилые дома. Как видно из схемы, резервуар с водой должен быть установлен выше уровня последнего этажа жилого здания, для нормальной подачи воды.

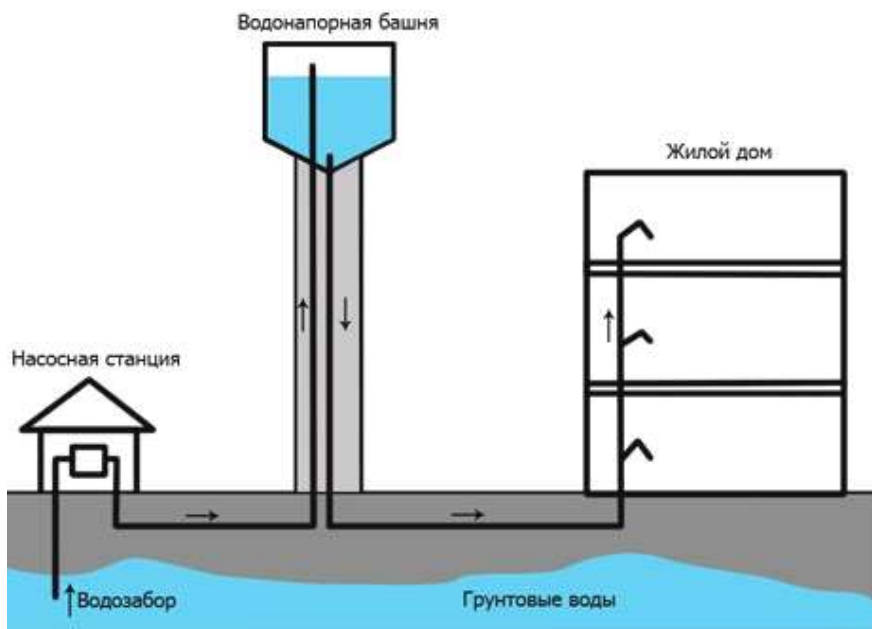


Рисунок 2.31 – Схема работы водонапорной башни
<http://www.dzm-k.ru/index.php/component/content/article?id=18>

Вместимость баков определяется из условий: запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды, который обычно принимается не менее 20 % при ручном пуске насоса и не менее 5 % суточного расхода при автоматическом пуске насоса; неприкосновенного запаса воды для противопожарных целей, рассчитанного на 10-минутную продолжительность тушения пожара внутренними пожарными кранами при ручном включении пожарных насосов и 5-минутное тушение пожара при автоматическом включении насосов.

На баке устанавливают датчик давления или манометр, а также предохранительный клапан и устройства для наполнения и регулирования запаса воздуха в баке. При установке такого бака в первом или подвальном этажах соблюдают следующие расстояния: от верха бака до перекрытия – не менее 0,6 м; между баками и от бака до стен – 0,6 м.

Регулирующие емкости позволяют обеспечить более или менее равномерную работу насосных станций, так как отпадает необходимость в подаче ими пиковых расходов воды, а также уменьшить диаметр, а следова-

тельно, и стоимость водопроводов и транзитных магистралей водопроводной сети.

Запасные емкости способствуют повышению надежности систем водоснабжения, т. е. обеспечивают выполнение одного из основных требований, предъявляемых к этим системам.

Для правильного решения вопроса о выборе размеров емкостей при проектировании необходим тщательный технико-экономический анализ системы водоснабжения и намечаемого режима ее работы.

2.6.6 Водоснабжение фонтанов

Фонтаны являются важным элементом инженерного благоустройства городских территорий. Они имеют большое санитарно-гигиеническое и архитектурное значение. Фонтаны можно характеризовать как архитектурные сооружения для подачи воды, в котором бьющие под напором вверх струи, вытекающие из трубы, и под действием сопротивления воздуха и силы тяжести раздробляются и падают вниз в фонтанную чашу, искусственный водоем или естественный бассейн.

Одной из важнейших характеристик, определяющих место размещения фонтана относительно искусственных или естественных источников воды, является его мощность по расходу воды.

Возле природных источников, как правило, располагают фонтаны с большим расходом воды – до 150 л/с. Для небольших фонтанов характерна минимальная мощность 1–2 л/с. Чтобы фонтаны, расположенные в парках и скверах, не вызывали изменения влажности, грозящего привести к гибели зеленых насаждений, расход воды фонтана не должен превышать 50–60 л/с.

Городские фонтаны различаются разнообразием архитектурных форм, а также различием в композиции создаваемых водяных струй (рисунки 2.32).

Основные типы фонтанов:

- декоративно оформленные природные родники;
- фонтаны с одной или несколькими струями, падающими на поверхность водоема;
- фонтаны с одной или несколькими чашами, стоящими в центре водоема, и с одной или несколькими струями, падающими в верхнюю чашу;
- каскады фонтанов в виде многоступенчатых переливов воды.



Рисунок 2.32 – Пример городских фонтанов в Республике Беларусь: Минск, Гомель, Витебск, Брест, Гродно, Могилев (<http://search.tut.by>)

Классификация фонтанов:

- по условиям эксплуатации – ландшафтные (на открытом воздухе) и интерьерные (в помещениях);
- расходу воды – малые ($Q_{\text{проп}} = 0,8 \dots 2$ л/с), средние ($Q_{\text{проп}}$ – до 50 л/с), большие ($Q_{\text{проп}}$ – свыше 50 л/с);
- архитектурно-скульптурному оформлению – декоративные, скульптурные, каскады, водопады.

Для водоснабжения фонтанов могут быть использованы ручьи, родники, речки, бассейны, пруды, резервуары, городской водопровод и другие водоемы.

Для функционирования фонтанов необходимо, чтобы открытые поверхностные источники располагались над наивысшей точкой подъема струи в его насадке, и если невозможно создать естественный напор, приходится прибегать к насосной подкачке.

Система водоснабжения фонтанов включает в себя распределительную сеть трубопроводов, фонтанные насадки, запорную и регулирующую арматуры, подающий и циркулирующий трубопроводы, выпуск, насосную установку, приемный резервуар. Распределительную сеть рассчитывают на максимальный расход воды. Фонтанные насадки влияют на высоту, форму и траекторию полета струи. Необходимый напор перед фонтанной насадкой определяют расчетом.

Способы водоснабжения фонтанов бывают различными.

Для фонтанов с небольшим расходом воды обычно применяется *прямоточная система*, т.е. вода сбрасывается в водосточный колодец (рисунок 2.33).

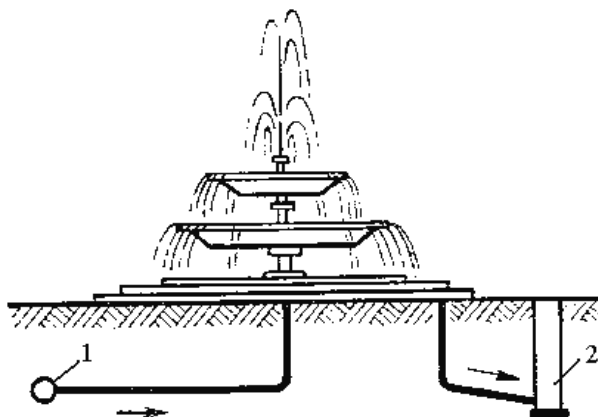


Рисунок 2.33 – Прямоточная схема водоснабжения фонтана:
1 – городской водопровод; 2 – колодец водосточной сети

Размещение насосов и запорной арматуры системы водоснабжения фонтана предусматривается в колодце.

При большом водопотреблении устраивают *рециркуляционную схему* водоснабжения (рисунок 2.34). Особенностью данной схемы является многократное использование в фонтане одной и той же воды. Первоначальное наполнение фонтана водой, подпитка для восполнения потерь на испарение и унос воды ветром производятся из городского водопровода, а движение воды в водоеме, формирование фонтанных струй создаются циркуляционными насосами.

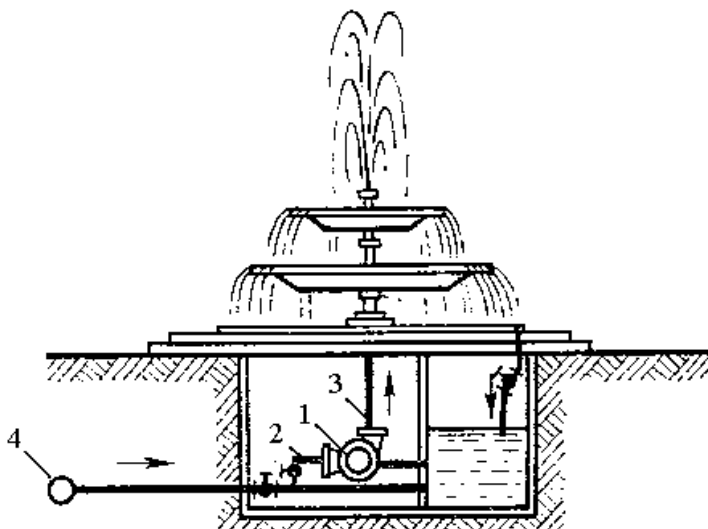


Рисунок 2.34 – Рециркуляционная схема водоснабжения фонтана:

- 1 – циркуляционный насос; 2 – всасывающий трубопровод;
3 – напорный трубопровод; 4 – наружная водопроводная сеть

Для сооружения фонтанов применяются различные строительные материалы: бетон, камень, железобетон, чугун, сталь и др., а для водоснабжения и водоотведения используют стальные или чугунные трубы.

Бассейн и фонтанные чаши следует устраивать специальной конструкции чаши с уклоном к приемному отверстию водоотвода, чтобы была возможность полного удаления воды перед зимними холодами.

Одной из важнейших частей фонтана являются форсунки (насадки), которые формируют водяную картинку. Для их изготовления применяют латунь, бронзу, нержавеющую сталь, композиционные материалы.

Различные типы насадок, таких как многоструйная, вращающаяся, шарнирная (дают возможность придавать наклон вытекающим струям) и др., используют для создания интересных визуальных эффектов перемещения воды.

С целью создания факела струи заданной формы к насадкам прикрепляются различные отражатели, которые могут иметь форму горизонтальной плоской или криволинейной пластинки.

Регулирование фонтанов осуществляется задвижками (вентильями), расположенными на подводящих воду трубах, а для нескольких струй устанавливается специальная гребенка с вентильями. С помощью регулирования и подвода воздуха можно создать композиции таких струй, которые обеспечат наибольший зрительный эффект, а в вечернее время может использоваться специальное освещение, придающее цветовой эффект.

При замкнутой системе водооборота учитываются потери воды на унос ветром, испарение из бассейна и чаши и др.

Расположение насосных агрегатов может быть в колодце непосредственно у фонтана или в другом удобном месте, а в некоторых случаях они могут питаться от городского водопровода по прямоточной схеме.

2.6.7 Водоснабжение бассейнов

На селитебной территории построено и эксплуатируется большое количество бассейнов различного типа, назначения и размеров. Это бассейны для обучения плаванию и различным видам водного спорта, для оздоровления и лечения людей различных возрастных категорий. Бассейны, построенные в последние годы, оснащены современным техническим оборудованием.

Приведем общие **рекомендации по проектированию систем водоснабжения и водоотведения в бассейнах.**

Исходные данные для проектирования.

Современные *искусственные бассейны спортивного и оздоровительного назначения* снабжаются водой из городского водопровода, подземных или поверхностных источников водоснабжения с устройством инфильтрационных колодцев, водозаборных устройств, скважин. Вода из источников должна обеспечивать хозяйственно-бытовые и технологические нужды бассейна, т.е. подаваться питьевого качества, отвечающего требованиям СанПиН «Питьевая вода».

Наиболее широкое распространение получила оборотная (рециркуляционная) система технического водообмена с очисткой, обеззараживанием и подогревом воды. Для малых оздоровительных бассейнов возможно применение проточной системы водообмена.

Для составления проекта по использованию санитарно-технического оборудования бассейна необходимо иметь следующие исходные материалы:

- поэтажные планы здания бассейна по основным уровням (подвала, всех этажей здания) в масштабах 1:100 и 1:200 с указанием мест размещения санитарных приборов и санитарно-технического оборудования;

- конструктивно-строительные характеристики здания и чаши бассейна (высота помещений, габариты и основные размеры строительных элементов чаши);

- характеристики коммуникаций – водопровода, канализации, водостока, теплоснабжения (гарантированные напоры, диаметры трубопроводов, их уклоны, глубина заложения и т.п.);

- характеристики источников водоснабжения и теплоты для горячего водоснабжения, а также основные данные для водоотведения;

- данные физико-химических и бактериологических анализов воды, которая будет использоваться для ванны бассейна.

Общие методические указания по проектированию. *В здании (павильоне) бассейна проектируют:* хозяйственно-питьевой и технический водопроводы, две системы горячего водоснабжения – для хозяйственно-бытовых нужд и для подогрева воды ванны бассейна, а также системы водоотведения. Если для водоснабжения забор воды предусматривается из одного общего источника, например городского водопровода, то следует предусматривать два ввода и два водомерных узла, расположенных на сетях хозяйственно-питьевого и технического водопроводов.

В здании бассейна устанавливают необходимое количество санитарно-гигиенических приборов: умывальники, писсуары, души, унитазы.

Оборудование и установки для очистки и дезинфекции технической воды, циркуляционные и промывные насосы, водомерные узлы и даже водоподогреватели целесообразно размещать в подвале здания.

Система горячего водоснабжения для хозяйственно-бытовых нужд бассейна должна подавать воду с температурой 60–65 °С, а система, предназначенная для подогрева воды в ванне, – с температурой 28–32 °С. В качестве источника теплоты может использовать ТЭЦ или местный тепловой пункт. Для подогрева воды в обеих системах можно применить скоростные проточные водоподогреватели с автоматическим регулированием температуры.

Система водоотведения должна обеспечить удаление за пределы здания загрязненных, хозяйственно-бытовых и сточных вод. При наличии в населенном пункте ливневой канализации (водостока) стоки целесообразно

но канализовать отдельно. Сточные воды от санузлов, умывальников, ванн и душевых установок, а также стоки после санитарной обработки ванны бассейна (чистки стен и дна) и промывки фильтров отводят в сеть внутренней канализации, а сточные воды от опорожнения ванны, бассейна и отвода атмосферных осадков - в сеть внутренних водостоков. В зависимости от отметок дна чаши бассейна и лотка коллектора городского водостока водоотведение из чаши может осуществляться самотеком или с помощью насосов.

В неканализованных местах предусматривают полную биологическую очистку сточных вод на собственных локальных сооружениях с применением различных установок, оборудования и средств: решеток, отстойников, аэротенков, биофильтров (или аэрофильтров), фильтрующих колодцев или подземной фильтрации или вакуум-фильтров, биосептиков. Выбор должен быть сделан с учетом местных условий и возможностей. Целесообразно применять компактные очистные сооружения, установки заводского изготовления.

Виды систем водоснабжения. Современные плавательные бассейны оборудуются тремя системами водоснабжения: *внутренним водопроводом* для удовлетворения хозяйственных, питьевых и бытовых нужд бассейна; *противопожарным*; *технологическим*, обеспечивающим снабжение чаши бассейна очищенной и обеззараженной водой. Что касается технологического водопровода, то он обслуживает только чаши бассейна и к его устройству предъявляются специальные требования.

Часто все три системы водоснабжения используют воду из одного общего источника — хозяйственно-питьевого водопровода населенного пункта или подземного источника, качество воды которого отвечает СанПиН «Питьевая вода».

Оборудование систем водоснабжения. Чаще всего для бассейнов используют питьевую воду из городского водопровода с дополнительной очисткой для снижения цветности и мутности. Если по расчету диаметр ввода составляет более 100 мм, то, как правило, устраивают два ввода. Водомерные узлы плавательных бассейнов в соответствии с расчетными расходами воды оборудуют крыльчатými и турбинными водосчетчиками.

Водомеры рекомендуется устанавливать следующим образом: общий — на вводе и отдельные — на трубопроводе подачи воды в чашу бассейна и на трубопроводе рециркуляции.

В помещениях с повышенной влажностью (душевые, помещения ванн) целесообразно выполнять скрытую прокладку трубопроводов. Технологи-

ческие трубопроводы водопровода монтируют из стальных труб на сварке или из раструбных пластмассовых труб, в которых стыки уплотняются резиновыми кольцами, натягиваемыми на гладкий конец трубы. Все закладные части в толще стен и дна чаш (циркуляционные впуски, выпуски и аэрационные вводы) следует изготавливать из нержавеющей стали. Водопроводы некоторых плавательных бассейнов смонтированы целиком из труб, изготовленных из нержавеющей стали.

Системы водоотведения (канализация и водостоки). В зависимости от типа и назначения бассейнов, а также местных условий, т.е. наличия или отсутствия наружной сети канализации и водостока населенного пункта для сбора и отведения бытовых и технологических сточных вод, различают следующие системы внутренней канализации:

– *объединенные и отдельные* – с отводом сточных вод в наружные сети населенного пункта;

– *отдельные* – с очисткой сточных вод местными установками.

При проектировании внутренней канализации в первую очередь решается вопрос, будут ли сточные воды сброшены в сеть населенного пункта или направлены в локальные (местные) очистные сооружения. При наличии наружных сетей канализации населенного пункта целесообразно проектировать объединенную внутреннюю канализационную сеть бассейна с отведением всех сточных вод в сеть населенного пункта. Однако в этой схеме внутренней канализации следует предусматривать объединение сточных вод от промывки фильтров, от реагентного хозяйства и очистки ванны бассейна со сточными водами от душевых устройств. Это даст возможность нейтрализовать кислые стоки от технологического оборудования щелочными водами от душевых устройств.

Сточные воды от туалетов, ножных ванн и обмывочных душей, мытья полов отводят в систему бытовой канализации.

В неканализованных населенных пунктах внутренняя система водоотведения должна быть отдельной.

Насосы для перекачки сточных вод должны быть установлены под заливом с индивидуальной обвязкой всасывающих трубопроводов, имеющих обратный уклон не менее 0,005.

Опорожнение чаши бассейна насосами возможно с забором воды непосредственно из нее, однако в этом случае соединение насосов с наружными канализационными и водосточными сетями должно быть полностью исключено. Переполнение промежуточного резервуара не допускается. Поэтому диаметр трубопровода, отводящего воду из резервуара самооттеком в канализацию или водосток, должен быть рассчитан так, чтобы его пропускная способность была больше притока воды в резервуар.

Сброс сточных вод самотеком производится в городскую канализационную сеть. Для транспортирования сточных вод и подачи растворов реагентов применяют трубопроводы из кислотоупорных материалов, например, полиэтилена или поливинилхлорида.

Системы водообмена. В зависимости от типа системы и режима ее работы плавательные бассейны бывают наливными, с проточной системой водообмена и с системой обратного водообмена. Выбор типа системы, как правило, увязывается с назначением бассейна, объемом чаш и другими факторами.

Наливная система водообмена может быть применена в бассейнах небольшой вместимости (до 20–50 м³). Наполнение чаши производится предварительно очищенной, продезинфицированной и подогретой водой через впускные отверстия в стенах чаши или по перфорированным трубам, прокладываемым в нижней ее части.

Проточная система водообмена может быть рекомендована для бассейнов объемом до 200 м³. Подача исходной подогретой, обеззараженной и очищенной воды производится непрерывно в течение всего периода эксплуатации чаши. Распределительная система подачи воды в чашу должна обеспечивать полное смешение воды, поступающей из впускных отверстий, с водой, находящейся в чаше.

Система *обратного* водообмена (рециркуляционная) в последние годы широко применяется для бассейнов любого назначения, оборудованных чашами различных размеров, благодаря непрерывной очистке и дезинфекции воды в процессе рециркуляционного водообмена. На рисунке 2.35 приведена схема обратного водоснабжения малого бассейна. Снижение цветности и мутности воды в ваннах с обратным водообменом, оборудованных зернистыми фильтрами, достигается коагулированием циркулирующей воды. Обеззараживание воды производится различными реагентными и безреагентными методами.

Для восполнения потерь воды из ванны, возникающих в процессе эксплуатации, а также для снижения концентрации растворенных и дисперсных загрязнений, вносимых в ванну, предусматривается непрерывная или периодическая подача свежей очищенной воды из источника водоснабжения бассейна. Во избежание бактериального загрязнения источника водоснабжения водой из бассейна подача воды при наливке и подпитке ванны должна производиться с разрывом струи.

Вода, сливаемая из ванны бассейна при ее опорожнении, также направляется в канализацию.

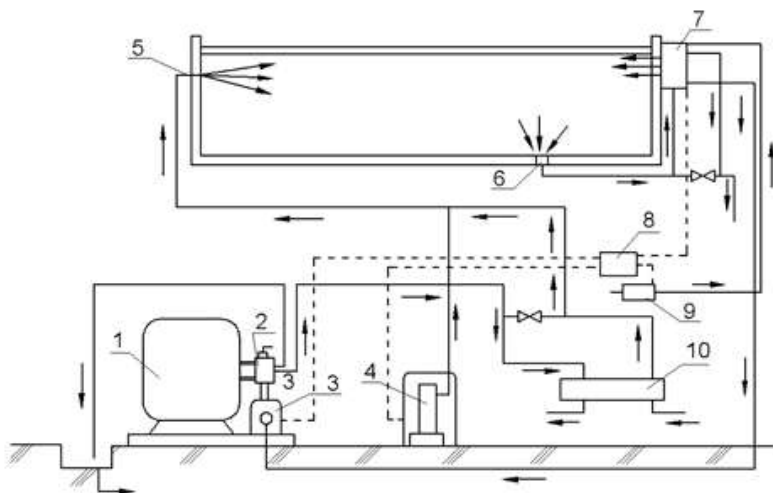


Рисунок 2.35 – Простейшая схема оборотного водоснабжения малого бассейна:
 1 – фильтр; 2 – переключатель режимов; 3 – насос; 4 – хлоратор; 5 – впуск воды в ванну;
 6 – выпуск; 7 – оборудование искусственного течения; 8 – блок питания энергией;
 9 – компрессор; 10 – водонагреватель

Устройства для водоотведения. При водоотведении предусматривается решение двух задач: отвод воды на очистку и обеззараживание; сброс воды в систему бытовой канализации или водостока при санитарной обработке и чистке ванны.

Отвод воды на очистку и дезинфекцию в рециркуляционной или проточной системе водообмена осуществляется с помощью донных выпускных отверстий и переливных желобов, оборудованных трапами. На рисунке 2.36 показаны донные универсальные сливы (для плитки и пленки) – пластиковые и из нержавеющей стали, предназначенные для опорожнения бассейна или для глубинного забора воды для фильтра. Выпускные отверстия и трапы обвязывают сборными трубопроводами, забор воды с поверхности ванн происходит с помощью скиммеров.

Выпускные отверстия для забора воды на рециркуляцию могут быть в любом месте ванны, однако наиболее целесообразно их устраивать в дне глубокой ее части с тем, чтобы их можно было использовать как спускные отверстия для полного опорожнения.

2.7 Внутренние системы холодного и горячего водоснабжения

2.7.1 Санитарно-эпидемиологические требования к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.09.2014 № 69 утверждены **Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к системам централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»**. Они устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации строящихся, реконструируемых и действующих систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (далее – ЦХПВ), за исключением объектов, проектирование, реконструкция и строительство которых начались до вступления в силу настоящих Санитарных норм и правил (в части проектирования, реконструкции и строительства), обязательные для исполнения государственными органами, предприятиями, организациями независимо от их подчиненности и форм собственности и лицами, занимающимися индивидуальной предпринимательской деятельностью.

Согласно документу качество воды и осуществление производственного контроля за этим качеством должны соответствовать техническим нормативным правовым актам (далее – ТНПА), устанавливающим требования к качеству питьевой воды систем ЦХПВ и организации производственного контроля в части соблюдения требований законодательства Республики Беларусь в области санитарно-эпидемиологического благополучия. Система ЦХПВ должна обеспечивать устойчивое водоснабжение жилых и общественных зданий, предприятий и организаций, а также производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных объектов, на которых требуется вода питьевого качества. Соединение хозяйственно-питьевого и технического водопроводов недопустимо. Подпитка оборотной, технической систем водоснабжения должна осуществляться из сети хозяйственно-питьевого водопровода с воздушным разрывом струи. Собственники систем ЦХПВ или организации, их эксплуатирующие, должны обеспечить проведение аналитического контроля качества воды и анализ результатов исследований качества воды в названных системах. Указанный контроль должен отвечать ТНПА, устанавливающим требования к выполнению лабораторных исследований. Собственники систем ЦХПВ или организации, их эксплуатирующие, должны обеспечить учет результатов определения дозы реагентов, используемых в водоподготовке.

2.7.2 Классификация внутренних систем водоснабжения

Система внутреннего водоснабжения (внутренний водопровод) – это совокупность устройств, транспортирующих воду к водоразборным устройствам в нужном количестве, необходимого качества и под требуемым напором.

По назначению внутренний водопровод делится на несколько категорий:

- холодное водоснабжение;
- хозяйственно-питьевой;
- противопожарный;
- производственный;
- поливочный;
- горячее водоснабжение;
- местное;
- централизованное.

Хозяйственно-питьевые водопроводы должны обеспечивать подачу воды высокого питьевого качества. Для некоторых хозяйственных процедур (стирка белья, вода для смыва в туалетном бачке и т.п.) допускается подача воды непитьевого качества. Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1 приведены на примере двухэтажного здания с подвалом (рисунок 2.36).

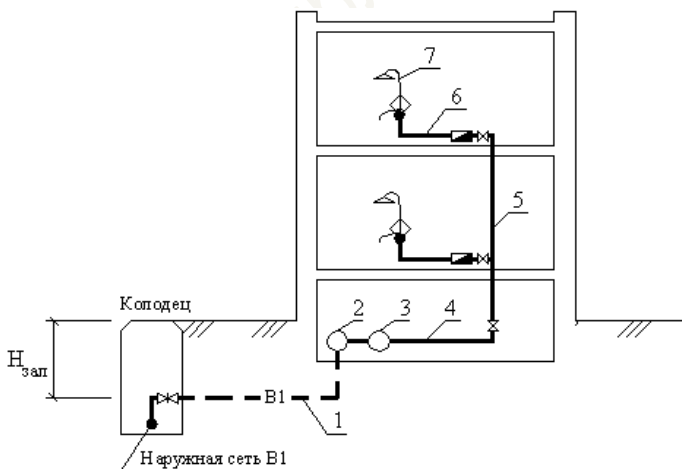


Рисунок 2.36 – Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1:
1 – ввод водопровода; 2 – водомерный узел; 3 – насосная установка (не всегда);
4 – разводящая сеть водопровода; 5 – водопроводный стояк; 6 – поэтажная (поквартирная) подводка; 7 – водоразборная и смесительная арматура
(<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-141-vodootvedenie/10.htm>)

В зависимости от расположения магистральных трубопроводов различают схемы сетей с верхней и нижней разводкой.

При *нижней разводке* трубопроводы монтируют в подвале или техническом подполье. При *верхней разводке* трубопроводы прокладываются в верхней части здания – на чердаке или под полом верхнего этажа.

Верхние разводки применяются для систем, имеющих напорно-запасные баки и в зонных схемах. При этом подача воды осуществляется в бак, из которого потребителям подается вниз под силой тяжести. Заполнение бака происходит по мере потребности, в отличие от нижней разводки, когда насосы включены постоянно.

Нижняя разводка получила наибольшее распространение из-за удобства эксплуатации, надежности работы, отсутствия подающего стояка и меньших экономических потерь при протечке сетей (рисунок 2.37).

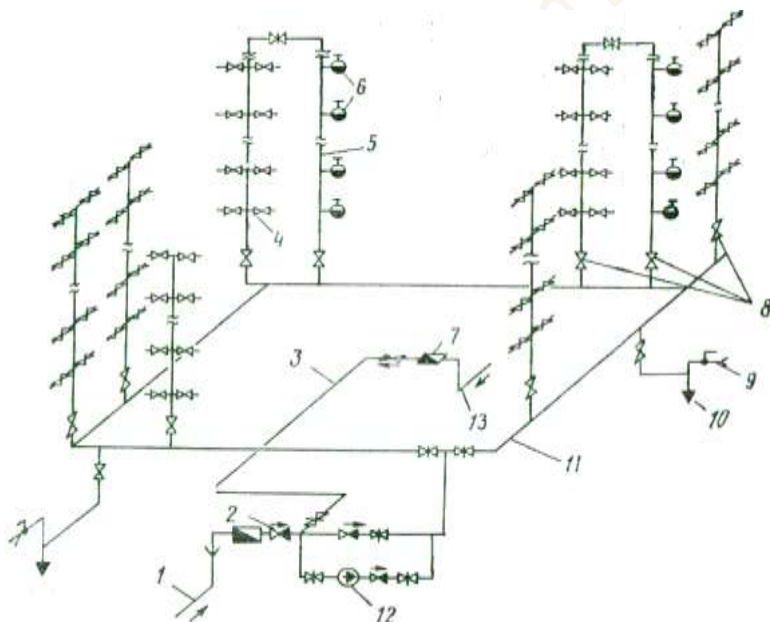


Рисунок 2.37 – Пример схемы хозяйственно-питьевого водопровода с нижней разводкой:

- 1 – ввод; 2 – водоразборная арматура; 3 – кольцевая перемычка;
- 4 – водоразборный стояк; 5 – пожарный стояк; 6 – пожарный кран; 7 – водомерный узел;
- 8 – запорные вентили; 9 – кран; 10 – общая сливная (сигнальная) труба;
- 11 – магистраль нижней разводки; 12 – циркуляционный насос; 13 – городской водопровод В1

Производственные водопроводы предназначаются для технических целей и отличаются большим разнообразием требований к ним. Обычно эти водопроводы подают воду для охлаждения оборудования, питания котельных установок.

Противопожарный водопровод служит для наружного и внутреннего пожаротушения зданий. Наружное пожаротушение подразделяется на системы: низкого давления, в которой забор воды осуществляется от гидрантов, расположенных на городской водопроводной сети, где необходимый напор для тушения пожара создается автонасосами, и высокого давления, которые должны обеспечить не только пожарный расход воды, но и повысить давление, достаточное для тушения пожара непосредственно из гидранта.

Системы высокого давления применяются крайне редко, так как вызывают перерасход энергии (для этого устанавливаются более мощные насосы). Применение системы высокого давления возможно на некоторых промышленных предприятиях.

Внутреннее пожаротушение зданий по использованию технических средств подачи воды подразделяют:

- на простые (оборудованные пожарными кранами);
- полуавтоматические (дренчерные или водяные завесы);
- автоматические (сплинкерные);

При недостаточном напоре для внутреннего пожаротушения в зданиях устанавливают насосы для повышения давления в сети.

Поливочный водопровод используется для полива зеленых насаждений, мойки тротуаров. Поливочные краны устанавливают через 60–70 м по периметру здания, которые устанавливают в нишах строительных конструкциях здания. Также поливочный водопровод используется для поддержания санитарного состояния в мусорокамерах, в общественных душевых и санузлах, в этом случае поливочный кран устанавливают на водопроводе с подводкой к нему горячей воды.

Для исключения большого количества трубопроводов и при совпадении требований по качеству воды, водопроводы для разных нужд объединяют (как правило, хозяйственно-питьевой с противопожарным или производственный с противопожарным).

Горячее водоснабжение должно соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Температура горячей воды предусматривается от 50 до 75 °С (наибольшее значение принято ограничивать с целью предохранения людей от ожогов и исключения резкого накипобразования в оборудовании и трубопроводах).

По сфере обслуживания и радиуса обслуживания системы горячего водоснабжения делят на местные и централизованные. На рисунке 2.39 приведены схемы европейской и отечественной разводки горячего водоснабжения. В первом варианте для каждого подающего стояка применяется однатрубная система с циркуляцией.

Местные системы устанавливаются для одного или группы небольших зданий, где вода нагревается непосредственно у потребителя. Примером местных систем горячего водоснабжения может служить подогрев воды в газовых водонагревателях проточного типа, емкостные электрические нагреватели в квартирах, двухконтурные котлы.

Местные установки требуют постоянного наблюдения и технического обслуживания в разбросанных точках, что затрудняет эксплуатацию. К положительным аспектам следует отнести: автономность работы, малые теплотери, независимость сроков ремонта каждой в отдельности установки при ремонте общих устройств.

Централизованные системы возникли попутно с развитием районных систем теплоснабжения для отопления зданий. Такие системы более просты и гигиеничны, получение горячей воды доступнее, чем при подогреве воды в местных установках. При этом централизованные системы имеют свои недостатки: сложная служба эксплуатации, требуется подготовка персонала, большие теплотери.

2.7.3 Схемы сетей горячего водоснабжения

Системы централизованного горячего водоснабжения являются частью внутреннего водопровода. Сети горячего водоснабжения имеют много общего с сетями холодного водоснабжения.

Сеть горячего водоснабжения, так же, как сеть холодного водопровода, бывает с нижней и с верхней разводками, тупиковой и закольцованной, но, в отличие от сетей холодного водопровода, кольцевание сети необходимо для выполнения важной функциональной задачи – сохранения высокой температуры воды.

Простые (тупиковые) сети горячего водоснабжения с *подающими трубопроводами* применяют в небольших малоэтажных зданиях с короткими стояками, а также в бытовых помещениях промышленных зданий и в зданиях с длительным и более или менее стабильным потреблением горячей воды (бани, прачечные).

Схемы сетей горячего водоснабжения с *циркуляционным трубопроводом* следует применять в жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, лечеб-

ных учреждениях, санаториях и домах отдыха, в детских дошкольных учреждениях, а также во всех случаях, когда возможен неравномерный и кратковременный отбор воды.

Обычно сеть горячего водоснабжения состоит из горизонтальных подающих магистралей и вертикальных распределительных трубопроводов-стояков, от которых устраивают поквартирные разводки. Стояки горячего водоснабжения прокладывают как можно ближе к приборам.

Кроме того, сети горячего водоснабжения подразделяются на *двухтрубные* (с закольцованными стояками) и *однотрубные* (с тупиковыми стояками) (рисунок 2.38).

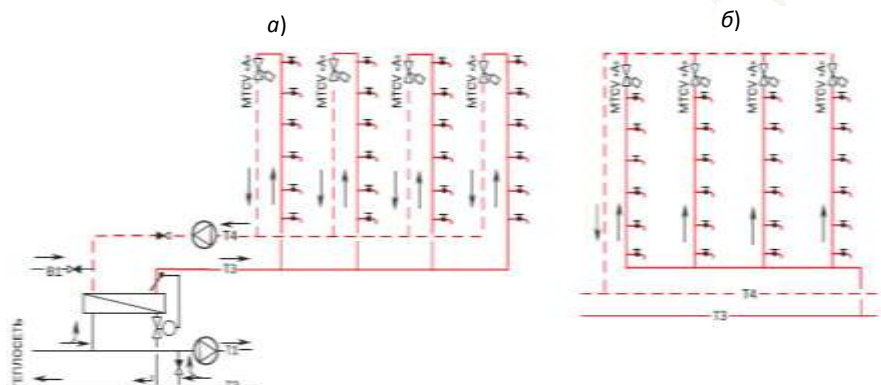


Рисунок 2.38 – Схемы горячего водоснабжения:
двухтрубная (а) и однотрубная (б)

При увеличении радиуса действия систем горячего водоснабжения и разнообразии условий жилой застройки требовалось совершенствование схем централизованных систем горячего водоснабжения. Были созданы принципиально новые схемы с самостоятельными независимыми циркуляционными контурами, ограниченными пределами одной секции здания или одной группы стояков. Небольшой радиус действия этих контуров позволяет поддерживать в них циркуляцию за счет гравитационного напора, в то время как обмен воды в магистральных трубах происходит или за счет водоразбора, или с помощью циркуляционного насоса.

Рассмотрим некоторые из большого числа возможных схем сетей горячего водоснабжения.

При *верхней разводке магистралей* горячего водоснабжения сборный циркуляционный трубопровод замыкается в виде кольца. Циркуляция воды в трубопроводном кольце при отсутствии водоразбора осуществляется под действием гравитационного напора, возникающего в системе из-за разни-

цы плотности охлажденной и горячей воды. Охлажденная в стояках вода опускается вниз в водонагреватель и вытесняет из него воду с более высокой температурой. Таким образом, происходит непрерывный водообмен в системе.

Тупиковая схема сети горячего водоснабжения имеет наименьшую металлоемкость, но из-за значительного остывания и нерационального сброса остывшей воды применяется в жилых зданиях высотой до четырех этажей, если на стояках не предусмотрены полотенцесушители и протяженность магистральных труб мала. Если же протяженность магистральных труб велика, а высота стояков ограничена, то применяют схему с закольцованными подающей и циркуляционной магистралями с установкой на них циркуляционного насоса. В этой схеме тоже следует ожидать остывания, но меньшего объема воды. Подобная схема позволяет увеличить протяженность сети.

Наибольшее распространение получила *двухтрубная* схема горячего водоснабжения, в которой циркуляция по стоякам и магистралям осуществляется с помощью насоса, забирающего воду из обратной магистрали и подающего ее в водонагреватель. Система с односторонним присоединением водоразборных точек к подающему стояку и с установкой полотенцесушителей на обратном стояке представляет собой наиболее распространенный вариант подобной схемы. Двухтрубная схема оказалась надежной в эксплуатации и удобной для потребителей, но для нее характерна высокая металлоемкость.

Для снижения металлоемкости используют схему горячего водоснабжения, в которой *несколько подающих стояков объединяются перемычкой с одним циркуляционным стояком*. Такое решение схемы горячего водоснабжения чаще всего используется для общественных зданий, где не предусматривается установка полотенцесушителей. Эта схема отличается низкими эксплуатационными показателями, так как верхняя перемычка выполняется из труб того же диаметра, что и подающие стояки, сопротивление ее превышает сопротивление магистралей, поэтому вода движется только в стояках, близких к циркуляционному.

Относительно недавно появились схемы *однотрубной* системы горячего водоснабжения с *одним холостым подающим стояком* на группу водоразборных стояков. Холостой стояк изолирован и устанавливается в паре с одним водоразборным или в секционном узле, состоящем из 2–8 закольцованных водоразборных стояков. Основное назначение холостого стояка – транспортирование горячей воды из магистрали в верхнюю перемычку и далее в водоразборные стояки. В каждом стояке происходит самостоятель-

ная, дополнительная циркуляция за счет гравитационного напора, возникающего в контуре секционного узла из-за остывания воды в водоразборных стояках с полотенцесушителями. Холостой стояк помогает правильному распределению потоков в пределах секционного узла.

Как показывает опыт эксплуатации, в зданиях высотой 9 и более этажей гравитационный напор, возникающий в стояках при остывании воды, как правило, достаточен для обеспечения необходимой циркуляции. (<http://ingsvd.ru/shemygorvod.html>).

2.7.4 Требования к холодному и горячему водоснабжению зданий

При проектировании систем внутреннего водоснабжения зданий необходимо выполнять требования технического кодекса установившейся практики ТКП 45-4.01-52–2007 «Системы внутреннего водоснабжения зданий» и других ТНПА, утвержденных в установленном порядке, а также нормативных правовых актов, действующих в Республике Беларусь.

В зданиях любого функционального назначения, имеющих водопотребителей и возводимых в канализованных районах, следует предусматривать системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения.

В неканализованных районах населенных пунктов системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения необходимо предусматривать при наличии местных очистных сооружений канализации.

В производственных и административно-бытовых зданиях предприятий системы внутреннего водоснабжения допускается не предусматривать в тех случаях, когда на предприятии отсутствует система централизованного водоснабжения и количество работающих составляет не более 25 чел. в смену.

В случае подачи воды на наружное пожаротушение из наружной сети водоснабжения проектирование трубопроводов, прокладываемых вне зданий, следует выполнять в соответствии с СНБ 4.01.02.

Трубы, арматура, оборудование и материалы, предусмотренные при проектировании систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения, должны соответствовать требованиям настоящего технического кодекса, государственных стандартов, технических условий, утвержденных в установленном порядке.

При транспортировании и хранении воды питьевого качества следует предусматривать трубы, емкости, материалы и антикоррозионные покрытия, разрешенные Министерством здравоохранения Республики Беларусь для применения в практике питьевого водоснабжения.

Основные технические решения, принимаемые в проектах, необходимо

обосновывать сравнением технико-экономических показателей возможных вариантов в соответствии с требованиями СНБ 4.01.01.

Качество холодной и горячей воды, подаваемой на питьевые нужды, должно соответствовать нормативным требованиям [3] и других действующих нормативных правовых актов и ТНПА на питьевую воду. Качество воды, подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

В проектах систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения, в которых холодная вода питьевого качества подается из наружных сетей водоснабжения, в зависимости от качества используемой воды следует предусматривать мероприятия для защиты внутренних поверхностей трубопроводов и оборудования от коррозии и накипеобразования в соответствии со строительными нормами по проектированию тепловых сетей и тепловых пунктов.

Температура воды, подаваемой на питьевые нужды системой холодного водоснабжения, должна быть в пределах от 5 до 20 °С.

Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

а) не ниже 60 и не выше 75 °С – для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения;

б) не ниже 50 и не выше 75 °С – то же, присоединяемых к закрытым системам теплоснабжения.

В помещениях детских дошкольных учреждений температура горячей воды, подаваемой к водоразборной арматуре душей и умывальников, не должна превышать 37 °С.

На предприятиях общественного питания и для других водопотребителей, которым необходима горячая вода с температурой выше 75 °С, для догрева воды следует предусматривать местные водонагреватели.

В населенных пунктах и на предприятиях, где источники питьевого водоснабжения не обеспечивают все нужды водопотребителей, при технико-экономическом обосновании и по согласованию с Министерством здравоохранения Республики Беларусь допускается подводить воду непитьевого качества к писсуарам и смывным бачкам унитазов.

2.7.5 Определение расчетных расходов воды в системах внутреннего водоснабжения и тепла на нужды горячего водоснабжения

Системы холодного и горячего водоснабжения должны обеспечивать расход воды, соответствующий расчетному количеству водопотребителей или установленных водоразборных устройств.

Секундный расход воды водоразборным устройством (арматурой), отнесенным к одному санитарно-техническому прибору, q_o , л/с, следует определять:

– отдельным санитарно-техническим прибором или устройством – в соответствии с таблицей А.1 (приложение А);

– различными санитарно-техническими приборами или устройствами, обслуживающими однотипных водопотребителей на участке тупиковой сети трубопроводов, – в соответствии с таблицей Б.1 (приложение Б);

– различными санитарно-техническими приборами или устройствами, обслуживающими разных водопотребителей, – по формуле

$$q_o = (\sum N_i P_i q_{oi}) / (\sum N_i P_i); \quad (2.17)$$

где N_i – количество санитарно-технических приборов, отнесенных к одной группе водопотребителей; P_i – вероятность действия санитарно-технических приборов, определяемая для каждой группы однотипных водопотребителей; q_{oi} – секундный расход воды (общий, холодной, горячей) санитарно-техническим прибором, л/с, принимаемый в соответствии с таблицей А.1 (см. приложение А) и таблицей Б.1 (см. приложение Б), для каждой группы однотипных водопотребителей.

При устройстве кольцевой сети трубопроводов секундный расход воды водоразборным устройством (арматурой) q_o следует определять для сети трубопроводов в целом и принимать одинаковым для всех участков.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети трубопроводов q_o (общий $q_{o\Sigma}$, холодной $q_{o,x}$, горячей $q_{o,r}$), л/с, следует определять по формуле

$$q = 5q_o\alpha, \quad (2.18)$$

где α – коэффициент, определяемый в зависимости от общего количества санитарно-технических приборов N на расчетном участке сети трубопроводов при вероятности их действия P . Значения коэффициента α приведены в приложении В, при значениях $P > 0,1$ и $N \leq 200$ коэффициент α принимают по таблице В.1, при других их значениях – по таблице В.2 [ТКП].

В жилых и общественных зданиях и сооружениях, по которым отсутствуют сведения о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов при проектировании, допускается принимать: $q_{o\Sigma} = 0,3$ л/с и $q_{o,x} = q_{o,r} = 0,2$ л/с.

Для административно-бытовых зданий промышленных и сельскохозяйственных предприятий значение q допускается определять как сумму расходов воды на питьевые и хозяйственные нужды на душевые нужды – по

количеству установленных душевых сеток и расходу воды одной душевой сеткой в соответствии с приложением Б, а значение q_{hr} – как сумму расходов воды на пользование душами, на питьевые и хозяйственные нужды, принимаемых согласно приложению Б по количеству водопотребителей в наиболее многочисленной смене.

Расход воды на технологические нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий следует определять как сумму расходов воды технологическим оборудованием при условии совпадения работы оборудования по времени.

Средний часовой расход воды q_T (общий $q_{T\Sigma}$, холодной $q_{T,х}$, горячей $q_{T,г}$), $\text{м}^3/\text{ч}$, за период (сутки, смена) максимального водопотребления следует определять по формуле

$$q_T = (\sum q_{u,i} U_i) / 1000T, \quad (2.19)$$

где $q_{u,i}$ – норма расхода воды однотипными водопотребителями в сутки (смену) максимального водопотребления, л; U_i – количество однотипных водопотребителей; T – расчетное время потребления воды, ч (сутки, смена).

При проектировании непосредственного водоразбора из трубопроводов тепловой сети на нужды горячего водоснабжения среднюю температуру горячей воды в водоразборных стояках следует принимать равной 65°C , а нормы расхода горячей воды – согласно приложению Б с коэффициентом 0,85, при этом общую норму расхода воды не следует изменять.

Суточный расход воды следует определять суммированием суточного расхода воды всеми водопотребителями с учетом расхода воды на поливку зеленых насаждений и покрытий территорий.

Тепловой поток за период (сутки, смена) максимального водопотребления на нужды горячего водоснабжения (с учетом теплотерь) следует вычислять по формулам.

2.7.6 Учет водо- и теплотребления

Для вновь строящихся и реконструируемых зданий при проектировании системы водоснабжения необходимо предусматривать приборы учета: водопотребления – *счетчики воды*, тепла на нужды горячего водоснабжения – *теплосчетчики*. Допускается при необходимости вместо теплосчетчиков применять *счетчики горячей воды* (при температуре воды до 90°C).

Отпуск воды абонентам и прием сточных вод производится только при наличии договора, заключенного между предприятием ВКХ и абонентами, или заявления обязательства абонента. Абоненты, присоединенные или вновь присоединяемые к системе коммунального водоснабжения и водоотведения, обязаны установить необходимые приборы учета для расчетов за отпущенную воду.

Запрещается присоединение новых абонентов к коммунальным системам водоснабжения без приборов учета, а также к системам водоотведения при количестве стоков более 50 м³ в сутки.

Для установки приборов группового учета воды, отпускаемой абонентам, оборудуются водомерные узлы в соответствии с требованиями действующих СНиП. В домах, оборудованных групповыми водосчетчиками (рисунок 2.39), расчет с предприятием за использованную воду производится по среднему расходу воды на одного жильца от объема, соответствующего показанию водосчетчика.



Рисунок 2.39 – Счетчики воды, устанавливаемых на вводах трубопроводов в каждое здание (http://nkk.baremont.ru/pictures/6/content_photo_avigan-main.jpg)

При водоснабжении строительных площадок от сети коммунального водопровода и невозможности установки водомерного узла на постоянное место допускается временная установка водомерного узла в специальной утепленной будке по согласованию с предприятием водоканала. К установке допускаются только приборы учета воды, внесенные в Госреестр средств измерений и допущенные органами Белстандарта в эксплуатацию на территории Республики Беларусь.

Работы по установке приборов квартирного учета воды выполняются в соответствии с проектной документацией жилищно-эксплуатационными организациями или с привлечением по договору специализированных подрядных организаций, имеющих на выполнение этих видов работ лицензию (разрешение). Например, ОД-15 Т30 DN15 – счетчик холодной и ОД-15 Т90 DN15 – счетчик горячей воды (<http://tz.by/products/schetchiki/Schetchik/>). Эти счетчики предназначены для учета водопотребления в системах водоснабжения с допустимым рабочим давлением 1 МПа и максимально допускаемой рабочей температурой воды 30 °С (для

счетчиков холодной воды) и 90 °С (для счетчиков горячей воды) (рисунки 2.40, 2.41).

Водосчетчики приобретаются и устанавливаются за счет средств абонента и являются его собственностью. Профилактическое обслуживание, ремонт, замену и поверку водомеров проводят службы жилищно-коммунального хозяйства по заявке абонента и за счет его средств.

Для коммерческого учета тепло- и водопотребления счетчики тепла и (или) воды следует устанавливать на вводах трубопроводов систем горячего и холодного водоснабжения в каждое здание и сооружение, а также в каждую квартиру жилых зданий и на ответвлениях трубопроводов к самостоятельным потребителям (магазины, столовые, рестораны, офисы и другие помещения, встроенные или пристроенные к жилым, производственным и общественным зданиям), а также на циркуляционных трубопроводах горячего водоснабжения (при двухтрубных сетях) с установкой обратного клапана на циркуляционном трубопроводе.

На ответвлениях к отдельным помещениям общественных и производственных зданий, а также на подводках к отдельным водоразборным устройствам и к технологическому оборудованию счетчики устанавливают по требованию заказчика в соответствии с заданием на проектирование.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период водопотребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный или номинальный расход, принимаемый по паспортным данным изготовителей, и должен проверяться:

- на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери давления в счетчиках воды не должны превышать, МПа: 0,05 – для крыльчатых счетчиков; 0,025 – для турбинных счетчиков;
- пропуск расчетного максимального секундного расхода воды с учетом расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение, при этом потери давления в счетчике не должны превышать 0,1 МПа.



Рисунок 2.40 – Бытовые счетчики для холодной и горячей воды, устанавливаемый в квартире

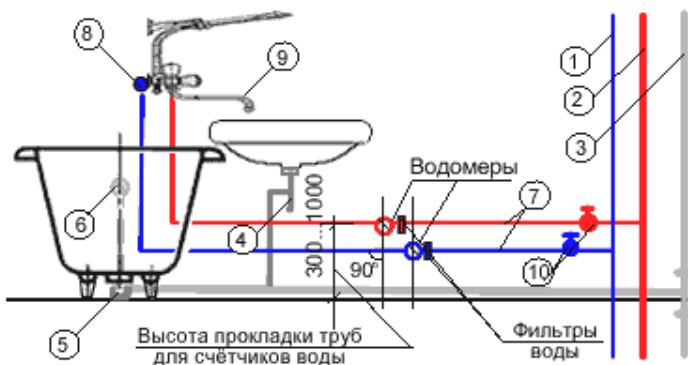


Рисунок 2.41 – Схема установки счётчиков воды в квартире:

- 1 – стояк холодной воды; 2 – стояк горячей воды; 3 – канализационный стояк;
 - 4 – сифон канализационный под раковиной; 5 – сифон канализационный под ванной;
 - 6 – перелив канализационный для ванны; 7 – подводка горячей и холодной воды;
 - 8 – подводка для смесителя; 9 – смеситель; 10 – вентиль запорный
- (http://neomagnit.com/page/kak_ustanovit_schetchnik_vody_samostojatelno)

Счетчики холодной и горячей воды следует устанавливать в удобном для снятия показаний и обслуживания эксплуатационным персоналом месте, в помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже 5 °С.

В тепловых пунктах для учета потребления воды на нужды горячего водоснабжения счетчики холодной воды следует устанавливать на трубопроводах, подающих воду к водонагревателям.

При непосредственном разборе горячей воды из тепловой сети счетчики горячей воды необходимо устанавливать на подающем трубопроводе после смесительного узла и на общем циркуляционном трубопроводе.

До и после счетчиков, установленных на вводе в здание, следует предусматривать прямые участки трубопроводов, длина которых определяется в соответствии с государственными стандартами на счетчики для воды и запорную арматуру. Между счетчиком и первым (по движению воды) клапаном или задвижкой следует устанавливать осадочный фильтр, а перед вторым (по движению воды) клапаном или задвижкой – спускной кран и манометр для контроля давления.

На поквартирных узлах учета расхода воды отключающую арматуру после счетчиков предусматривать не следует.

Обводную линию у счетчика холодной воды на вводе в здание (сооружение) необходимо предусматривать:

- при наличии одного ввода водопровода в здание;
- когда счетчик воды не рассчитан на пропуск расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение.

На обводной линии следует устанавливать запорную арматуру, опломбированную в закрытом положении.

Обводную линию у счетчиков следует рассчитывать на максимальный расход воды (с учетом расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение). Если счетчики не рассчитаны на максимальный расход воды на внутреннее пожаротушение, на обводной линии необходимо предусматривать установку задвижек с электроприводом, открывающихся автоматически одновременно с пуском пожарных насосов от кнопок, установленных у пожарных кранов или у других автоматических устройств.

Обводную линию у счетчика горячей воды предусматривать не требуется. Обводную линию у счетчиков на вводах в многоквартирных жилых домах допускается не предусматривать.

В зданиях и сооружениях, где в течение суток происходят большие перепады расхода воды, а также на объектах, оснащенных системами пожаротушения, следует устанавливать *сопряженные счетчики воды*.

2.7.7 Системы внутреннего холодного водоснабжения

В зданиях (сооружениях) в зависимости от их назначения следует предусматривать **системы внутреннего холодного водоснабжения**, предназначенные для обеспечения:

- питьевых и хозяйственных нужд населения и предприятий;
- нужд внутреннего пожаротушения;
- производственных нужд предприятий.

Внутренний водопровод состоит из следующих элементов: ввода водопровода в здание, разводящих сетей трубопроводов, повысительных установок, к которым относятся повышающие насосные, водопроводные баки и резервуары, расположенные внутри здания. В зависимости от схемы подачи воды к водоразборным точкам внутри здания устраивают следующие системы (рисунок 2.43) внутреннего водопровода: без повышающих насосов, в этом случае подача воды обеспечивается за счет давления в наружной водопроводной сети и с повышающим насосом (гидроаккумуляторным баком), в случае автономного водоснабжения.

Системы внутреннего холодного водоснабжения должны включать (см. рисунок 2.42):

- вводы в здания;
- водомерные узлы;

- разводящие трубопроводы, стояки, подводки к водоразборным устройствам, санитарно-техническим приборам и технологическим установкам;
- водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру.



Рисунок 2.42 – Пример схем внутреннего водопровода

Вводом называют трубопровод, соединяющий наружную водопроводную сеть с водомерным узлом, установленным в здании или специальном помещении (центральном тепловом пункте, бойлерной, насосной и т.д.).

Водомерный узел служит для измерения количества воды, поданной в здание, и состоит из водосчетчика и арматуры, необходимой для его отключения.

Установки для повышения давления увеличивают давление во внутренней сети, когда гарантийное давление (наименьшее давление в городской сети в точке присоединения ввода) $P_{гар}$ в городской сети недостаточно для подачи воды всем высокорасположенным потребителям системы внутреннего водоснабжения.

Запасные регулирующие емкости создают запас воды в системе, необходимый для бесперебойного снабжения потребителей, при аварии или в случае несоответствия режима подачи воды наружной сетью режиму водопотребления в здании. Емкости выполняют в виде водонапорных баков, устанавливаемых в самой высокой точке здания, или гидропневматических баков, располагаемых в нижней части здания на уровне земли или ниже его.

2.7.8 Разновидности водоразборной арматуры

Водоразборная арматура регулирует подачу воды потребителям. Количество элементов в каждой конкретной системе, а также их взаимное расположение (схема внутреннего водопровода) определяются требованиями к бесперебойности подачи воды, соотношением давления в наружной сети

и давления, требуемого для надежной работы внутреннего водопровода здания.

В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водоснабжения следует включать повысительные насосные установки, запасные и регулирующие емкости.

Простая схема (ввод – водомер – сеть и арматура) применяется, если давление в наружной сети всегда больше давления, требуемого для подъема воды к самому высокорасположенному и удаленному потребителю в здании, преодоления сопротивления движению воды в трубопроводах и создания перед водоразборной арматурой давления, необходимого для ее нормальной работы. Благодаря своей простоте эта схема является наиболее распространенной для зданий высотой до 5-6 этажей.

Схема с регулирующей емкостью применяется, когда давление в наружной сети меньше требуемого в течение нескольких часов в сутки (обычно в период наибольшего водопотребления). В период повышенного давления в наружной сети вода накапливается в баке и в часы уменьшения давления ниже требуемого питание системы осуществляется от бака.

Данная схема используется также для создания запаса воды, необходимого для бесперебойной работы внутреннего водопровода, например, если наружная сеть не обеспечивает подачу воды в заданном количестве, в противопожарных водопроводах для хранения неприкасаемого запаса, а также в банях, прачечных и ряде предприятий местной промышленности.

При использовании в качестве регулирующей емкости водонапорного бака давление во внутренней сети, определяемое высотой уровня воды в баке, практически постоянно в течение суток. Поэтому эту схему применяют в зданиях с повышенными требованиями к стабильности давления в сети и перед арматурой, например, банях, душевых павильонах, в ряде производственных зданий перед технологическим оборудованием.

Недостатками схемы с водонапорным баком являются возможность загрязнения и застаивания воды и др. Поэтому используют схемы с гидроразрывными баками. Наиболее часто эта схема применяется в противопожарных и объединенных хозяйственно-противопожарных системах многоэтажных зданий для хранения регулирующего или противопожарного запаса воды. Как правило, гидроразрывные баки работают совместно с повысительной установкой.

В системе могут устанавливаться несколько емкостей, например, две разделительные емкости для хранения отдельно регулирующего объема и запасного противопожарного объема.

Схема с установкой для повышения давления используется при посто-

янным или длительном недостатке давления в наружной водопроводной сети и небольшой неравномерности водопотребления. Данная схема может быть использована и при периодической нехватке давления в наружной сети. При этом насосы включаются автоматически или вручную в периоды уменьшения давления в наружной сети ниже требуемого.

Схема с емкостью и установкой для повышения давления используется при большой неравномерности водопотребления, необходимости иметь запас воды в системе при длительном или постоянном недостатке давления в наружной сети. Совместное использование водоповысительной установки и регулирующей емкости позволяет получить минимальные размеры баков даже при большой неравномерности водопотребления. Это позволяет использовать данную схему, если в здании трудно установить бак больших размеров. В большинстве случаев емкость размещают после установки для повышения давления. При давлении в наружной сети менее 0,05 МПа и в производственном водопроводе емкости устанавливают перед ней.

2.7.9 Выбор схемы водопровода

Схему водопровода выбирают на основе требований к бесперебойности подачи воды, режима работы наружной сети, необходимости экономного и рационального использования воды в здании, технико-экономических показателей.

Первоначально принимают простую схему водопровода и определяют приблизительно требуемое давление $p_{тр}$, МПа, в системе. На основе сравнения $p_{т}$ и $p_{гар}$ принимают: при $p_{тр} < p_{гар}$ – простую схему, при $p_{тр} > p_{гар}$ – схему с установкой для повышения давления.

Если надежность подачи воды водопитателем – наружной сетью – недостаточна, наблюдаются временные перерывы в подаче воды или снижение давления, для бесперебойной подачи воды необходимо применить схему с запорно-регулирующей емкостью. Необходимость такой схемы определяют на основе анализа графиков изменения давления и расхода в наружной сети.

Трубопроводы системы внутреннего холодного водоснабжения следует проектировать:

- тупиковыми, если допускается перерыв в подаче воды потребителям и при количестве установленных пожарных кранов 12 и менее;
- кольцевыми или с закольцованными вводами при двух тупиковых трубопроводах с ответвлениями к водопотребителям от каждого из них для обеспечения непрерывной подачи воды.

Зонные системы внутреннего водоснабжения следует применять при

превышении допустимых пределов гидростатического давления в системе. Схема зонного водопровода может быть последовательной или параллельной. Количество зон и их размер следует принимать в зависимости от значений допустимого давления в трубопроводах системы внутреннего водоснабжения с учетом использования давлений в наружной водопроводной сети. Также необходимо предусматривать кольцевание сетей трубопроводов каждой зоны по вертикали.

Кольцевые сети трубопроводов должны быть присоединены к наружной кольцевой сети не менее чем двумя вводами.

При устройстве двух и более вводов следует предусматривать присоединение их, как правило, к различным участкам наружной кольцевой сети водопровода. Между вводами в здание на наружной сети необходимо устанавливать задвижки или клапаны для обеспечения подачи воды в здание при аварии на одном из участков сети.

К наружной сети вводы следует присоединять, как правило, под прямым углом с уклоном не менее 0,002 в сторону наружной сети. В местах присоединения вводов к наружным сетям городских водопроводов должны устраиваться колодцы с установленной в них запорной арматурой и, при необходимости, со спускными устройствами.

На вводах водопровода следует предусматривать установку обратных клапанов, если на сетях трубопроводов системы внутреннего водоснабжения устраивается несколько вводов, имеющих измерительные устройства и соединенных между собой трубопроводами внутри здания.

Расстояние по горизонтали в свету между вводами питьевого водопровода и выпусками канализации и водостоков должно быть не менее, м: 1,5 – при диаметре ввода до 200 мм включ.; 3,0 – более 200 мм.

На вводах следует предусматривать упоры в местах поворота в вертикальной или горизонтальной плоскости, когда возникающие нагрузки не могут быть восприняты соединениями труб.

Прокладку разводящих трубопроводов системы внутреннего водоснабжения в жилых и общественных зданиях следует, как правило, предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах и на чердаках, в случае отсутствия подвалов — на первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления или под полом с устройством съемного фриза, а также по конструкциям зданий, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов, или под потолком верхнего этажа. Прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода холодной воды следует предусматривать скрыто или открыто.

В душевых с количеством душевых сеток более трех распределительный трубопровод надо, как правило, выполнять закольцованным.

Одностороннюю подачу холодной воды допускается предусматривать при коллекторном распределении.

Скрытую прокладку трубопроводов следует проектировать для помещений, к отделке которых предъявляются повышенные требования.

Соединение оцинкованных труб как при открытой, так и при скрытой прокладке следует выполнять на фитингах. Трубы, в том числе и места их соединения, при скрытой прокладке разрешается закрывать только после проведения гидравлических испытаний.

Прокладка труб из полимерных материалов должна предусматриваться преимущественно скрытой (в плинтусах, штрабах, шахтах, полах). Допускается открытая прокладка труб из полимерных материалов по техническим этажам (подпольям), а также в местах, где исключается их механическое повреждение и облучение солнечным светом.

В местах прохождения труб через стены, перегородки и перекрытия с нормируемым пределом огнестойкости должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие требуемый предел огнестойкости и класс пожарной опасности для пересекаемых конструкций.

В жилых зданиях допускается применение **коллекторной схемы** с присоединением водоразборной арматуры полимерными, медными, латунными гибкими автономными подводками.

Прокладку трубопроводов системы водоснабжения внутри производственных зданий, как правило, следует предусматривать *открытой* — по фермам, колоннам, стенам и под перекрытиями. При невозможности открытой прокладки допускается предусматривать размещение трубопроводов системы внутреннего водоснабжения в общих каналах с другими трубопроводами, кроме трубопроводов, транспортирующих легковоспламеняющиеся, горючие или ядовитые жидкости и газы. Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, допускается прокладывать в полу и под полом.

Разводящие трубопроводы и подводки к водоразборным устройствам следует прокладывать с уклоном не менее 0,002. Уклон разводящих трубопроводов должен быть в сторону стояков или водоразборных точек.

Прокладку внутреннего водопровода холодной воды круглогодично го действия следует проектировать в помещениях с температурой воздуха зимой 2 °С и выше, при температуре воздуха ниже 2 °С необходимо предусматривать мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания (нужно предусматривать тепловую изоляцию труб).

Для трубопроводов систем внутреннего водоснабжения, подающих воду питьевого качества, следует применять:

- полимерные и металлополимерные трубы;
- стальные трубы с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии;
- трубы и соединительные части из меди, бронзы, латуни.

Выбор материала труб для систем внутреннего водоснабжения (рисунок 2.43) необходимо осуществлять на основании следующих исходных данных:

- функциональное назначение систем водоснабжения и требуемое в них давление;
- требования к качеству воды;
- функциональное назначение зданий и помещений.



Рисунок 2.43 – Трубы для водоснабжения: из сшитого полиэтилена, стальные, полипропиленовые

http://gold-cottage.ru/vodoprovod_vodosnabzhenie.html

Трубопроводы из сгораемых материалов, прокладываемые в помещениях категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности, следует защищать от возгорания.

Материал труб для систем противопожарного водоснабжения надо принимать в соответствии с требованиями СНБ 4.01.02.

2.7.10 Трубопроводная арматура

Трубопроводная арматура (ТА) служит для управления потоком воды, а водоразборная – для регулирования подачи воды потребителям.

Арматура для систем внутреннего холодного водоснабжения подразделяется на следующие основные группы:

По материалу корпуса: стальная (из углеродистой и коррозионно-стойкой стали); чугунная (из серого ковкого чугуна); титановая; из цветных металлов; пластмассовая; керамическая (фарфоровая); чугунная с защитным покрытием из пластмассы, резины, эмали.

По конструкции корпуса: проходная и угловая.

У *проходной* ТА оба присоединительных патрубка расположены на одной оси или со смещением на параллельных осях. Это наиболее распространенный тип корпуса арматуры. У *угловой* ТА присоединительные патрубки расположены под углом друг к другу, причем наиболее часто под прямым углом. Это позволяет в некоторых случаях упростить конструкцию арматуры и избежать необходимости установки на трубопроводе дополнительного отвода для поворота потока.

По конструкции присоединительных патрубков: муфтовая; фланцевая; цапковая; штуцерная; под приварку.

Муфтовая ТА изготавливается на малые и средние диаметры. Присоединительные концы муфтовой ТА имеют внутреннюю резьбу, предназначенную для вворачивания трубы с концевой короткой резьбой.

Фланцевая ТА имеет на присоединительных концах фланцы, представляющие из себя диск или квадрат с отверстиями под болты.

Цапковая ТА имеет на конце быстроразъемное соединение с уплотнительной прокладкой, представляющее из себя два или более винтовых захвата. Ярким примером использования этого достаточно редкого соединения является пожарный гидрант, к которому при помощи цапки подсоединяют пожарный рукав.

Штуцерная арматура изготавливается на малые и сверхмалые диаметры. Штуцерное соединение представляет из себя пару, когда на арматуре на присоединительном конце нарезана наружная резьба, а трубопровод притягивается к ней при помощи накидной гайки. Для уплотнения соединения может быть использована прокладка или, если штуцер имеет на конце конус, то мягкая медная трубка может быть достаточно надежно герметизирована за счет плотного обжатия на конусе.

По способу герметизации узла прохода шпинделя или штока через крышку или корпус: сальниковая; сальфонная; мембранная; шланговая;

В *сальниковой* ТА для уплотнения места прохода шпинделя или штока используется упругая сальниковая набивка – пропитанная антисептическими и гидрофобными составами специальная формованная лента из материалов растительного происхождения. Набивка сжимается в направлении оси штока или шпинделя и, благодаря своим упругим свой-

ствам, расширяется в радиальном направлении, плотно заполняя пространство зазора между стенкой и штоком. Сальниковое уплотнение получило наибольшее распространение благодаря своей простоте, низкой стоимости и возможности ремонта.

В *сильфонной, мембранной и шланговой* ТА отсутствуют подвижные соединения с зазорами, через которые рабочая среда может вытечь наружу, благодаря тому, что устройство управления движением затвора находится по одну сторону упругого элемента, а рабочая среда – по другую. Иначе говоря, стенка сильфона, шланга или мембрана выступают в роли герметизирующего элемента подвижного соединения.

По способу расположения: только на горизонтальных трубопроводах с вертикальным положением шпинделя или крышкой вверх на горизонтальных и вертикальных трубопроводах в любом положении; только на вертикальных трубопроводах.

Трубопроводную запорную и регулирующую, водоразборную и смешительную арматуру для систем внутреннего водоснабжения следует предусматривать на рабочее давление 0,6 МПа, для системы противопожарного водоснабжения – согласно требованиям СНБ 4.01.02, а арматуру для систем производственного водоснабжения – на рабочее давление, принимаемое по технологическим требованиям.

Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрывание и открывание потока воды. Задвижки (затворы) необходимо устанавливать на трубах диаметром условного прохода 50 мм и более. Допускается, при обосновании, применять клапаны диаметром условного прохода 50 и 65 мм.

Установку запорной арматуры на трубопроводах внутренней системы водоснабжения следует предусматривать:

- на каждом вводе;
- кольцевых сетях: разводящих трубопроводов для обеспечения возможности отключения на ремонт их отдельных участков; трубопроводов производственного водопровода холодной воды из расчета обеспечения двухсторонней подачи воды к агрегатам, не допускающим перерыва в подаче воды;
- на трубопроводах отдельных и объединенных противопожарных водопроводов у основания пожарных стояков согласно СНБ 4.01.02;
- у основания стояков в системах питьевого или производственного внутреннего водоснабжения в зданиях высотой три этажа и более;
- у основания и в верхней части закольцованных по вертикали стояков, при этом у основания стояка следует предусматривать спускную пробку;

– на ответвлениях: питающих пять водоразборных точек и более; от магистральных линий внутреннего водопровода; в каждую квартиру или номер гостиницы, на подводках к смывным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам, на ответвлениях к групповым душам и умывальникам;

– перед наружными поливочными кранами, приборами, аппаратами и агрегатами специального назначения (производственными, лечебными, опытными и др.) в случае необходимости;

– на водопроводных стояках, проходящих через встроенные магазины, столовые, рестораны и другие помещения, недоступные для осмотра в ночное время, устанавливаемые в подвале, техническом подполье или техническом этаже, к которым имеется постоянный доступ;

– в жилых и общественных зданиях высотой семь этажей и более с одним пожарным стояком в средней части стояка с установкой ремонтной задвижки.

На кольцевых участках необходимо предусматривать арматуру, обеспечивающую пропуск воды в двух направлениях. При расположении водопроводной арматуры диаметром 50 мм и более на высоте свыше 1,6 м от пола следует предусматривать стационарные площадки или мостики для ее обслуживания. При высоте расположения арматуры до 3 м и диаметре до 150 мм допускается использовать передвижные вышки, стремянки и приставные лестницы с уклоном не более 60° при условии соблюдения правил техники безопасности.

В системах внутреннего холодного водоснабжения в зависимости от назначения здания, степени благоустройства, наличия зеленых насаждений и других местных условий необходимо предусматривать по одному поливочному крану на каждые 60–70 м периметра здания. Поливочные краны следует устанавливать в коврах около зданий или в нишах наружных стен зданий с установкой запорной арматуры и спускных кранов на высоте от 0,3 до 0,35 м от поверхности земли. Когда здание является ограждением площадки, то поливочные краны следует устанавливать только в той части здания, которая выходит на площадку (<http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-142-truboprovodnaya-armatura/9.htm>).

2.7.11 Гидравлический расчет трубопроводов систем внутреннего холодного водоснабжения

Целью гидравлического расчета является определение диаметров труб и требуемого напора в точке присоединения ввода к городскому водопро-

воду и сопоставление его с величиной гарантированного напора. Расчет производится по максимальному секундному расходу воды.

Диаметры труб на расчетных участках назначаются исходя из допустимых скоростей движения воды с учетом наибольшего использования гарантированного напора в городской сети. Диаметры подводок к водоразборной арматуре сантехнических приборов принимаются по приложению 3 [1]. Скорость движения воды в трубопроводах рекомендуется принимать в пределах 0,7–1,5 м/с при питании от городского водопровода.

Гидростатическое давление в системе внутреннего (питьевого) водоснабжения или объединенной системе противопожарного водоснабжения на отметке наиболее низко расположенного водоразборного устройства (санитарно-технического прибора) не должно превышать 0,6 МПа. При расчетном давлении в трубопроводах системы объединенного противопожарного водоснабжения, превышающем 0,6 МПа, необходимо предусматривать устройство отдельных сетей трубопроводов системы противопожарного водоснабжения.

Гидравлический расчет трубопроводов системы внутреннего холодного водоснабжения необходимо производить по максимальному секундному расходу воды. При двух вводах каждый из них должен быть рассчитан на стопроцентный, а при большем количестве вводов — на пятидесятипроцентный расход воды.

Трубопроводы объединенного противопожарного водопровода должны быть проверены на пропуск расчетного расхода воды на тушение пожара при наибольшем расходе ее на питьевые или производственные нужды. При этом расход воды на поливку территории, мытье полов и технологического оборудования в производственных зданиях не учитывается. Не требуется учитывать также и выключение (резервирование) участков трубопроводов, стояков и оборудования.

Для районов жилой застройки на время тушения пожара и ликвидации аварии на сети наружного водопровода подачу воды в закрытую систему горячего водоснабжения допускается не предусматривать.

Диаметры трубопроводов в системе внутреннего водоснабжения следует назначать из расчета наибольшего использования гарантированного давления воды в наружной водопроводной сети. Скорость движения воды в трубопроводах внутренних систем водоснабжения различного назначения, в том числе и в трубопроводах объединенных противопожарных водопроводов, следует принимать от 0,3 до 3 м/с, а в трубопроводах системы противопожарного водоснабжения — по СНБ 4.01.02.

Диаметры трубопроводов водоразборных стояков в секционном узле следует выбирать по расчетному расходу воды в стояке, определенному с коэффициентом 0,7.

Потери давления на участках трубопроводов систем холодного водоснабжения H_L , МПа, следует определять по формуле

$$H_L = IL (1 + k_L), \quad (2.20)$$

где I – удельные потери давления на трение при расчетном расходе, определяемые по таблицам для гидравлического расчета систем холодного водоснабжения, МПа/м; L – длина расчетного участка трубопровода, м; k_L – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, который следует принимать равным: 0,3 – для систем внутреннего (питьевого) водоснабжения жилых и общественных зданий, 0,2 – для объединенных систем противопожарного водоснабжения жилых и общественных зданий, а также систем производственного водоснабжения, 0,15 – для объединенных систем производственно-противопожарного водоснабжения.

При объединении стояков в секционные узлы потери давления в узле

$$H_L^y = \frac{f \sum I \cdot L(1 + k_L)}{m}, \quad (2.21)$$

где f – коэффициент, учитывающий характер водоразбора в системе и принимаемый равным: 0,5 – для систем питьевого водоснабжения, 0,3 – для объединенных систем противопожарного водоснабжения, m – количество стояков в узле.

При проектировании систем водоснабжения зданий и сооружений ответственным этапом, определяющим эффективность всего сантехнического раздела в целом, является гидравлический расчет. В настоящее время гидравлические расчеты систем водоснабжения зданий и сооружений выполняются в соответствии с методикой ТКП 45-4.01-52-2007, основанной на вероятности действия отдельных сантехнических приборов. Выполнение подобных расчетов вручную – достаточно трудоемкая задача. Ситуация осложняется частой необходимостью проведения не одного, а нескольких расчетов для различных вариантов загрузки и конфигурации системы водоснабжения.

Программа «*Visual Vector. Внутренний водопровод*» значительно упрощает процедуру гидравлического расчета внутренних сетей водоснабжения, освобождая инженера от громоздких и утомительных расчетов. Для того чтобы получить подробный, стилизованный под ручной счет, отчет со всеми

необходимыми выкладками и таблицами, следует подготовить расчетную схему сетей водопровода и ввести информацию о характере водопотребления объекта.

Производится гидравлический расчет схемы внутреннего водопровода в полном соответствии с ТКП; автоматически подбираются оптимальные диаметры сетей водопровода; производится поверочный расчет системы на случай пожара; определяются расходы воды (холодной, горячей, общий расход) на каждом участке и в точке подключения к наружным сетям; определяется требуемый напор на вводе водопровода в здание; автоматически подбирается калибр водомера на вводе в здание; формируется таблица технико-экономических показателей по системам водоснабжения.

Программа «ПСФ Исток». Вычерчивается безмасштабная схема сетей водоснабжения и вводится информация о количестве приборов и длине участков. Процесс заполнения исходных данных о характере водопотребления объекта – с минимально необходимым набором данных для проведения гидравлического расчета. Результаты расчета выводятся в виде подробных отчетов в формате Microsoft Word, которые могут быть легко отредактированы и выведены на печать. (<http://sibinfox.rosbizinfo.ru/products/24.html>).

Project Studio CS Водоснабжение — первая программа проектирования трехмерных систем водопровода и канализации по отечественным стандартам, в которой объединены расчетная и графическая часть проекта. Основанием для расчета, формирования аксонометрических схем, генерации спецификаций оборудования является реальная трехмерная модель сети.

Все объекты Project Studio CS Водоснабжение (трубы, сантехнические приборы, трубопроводная арматура и т.д.) являются интеллектуальными. Каждый из этих объектов обладает определенными свойствами, характерными для данного элемента, которые можно редактировать в процессе проектирования. Программа имеет Сертификат соответствия РОСС RU.СП15.Н00198 № 0842777 (<http://www.itcenter.by/program/56/376/>).

2.8 Водяные системы пожаротушения зданий

2.8.1 Общие сведения

В современных системах автоматической пожарной защиты здания используются все самые передовые технологии пожаротушения, а также новейшие аппаратно-программные средства пожарной сигнализации, опове-

щения людей о пожаре и управления инженерными системами пожарной автоматики.

Автоматические установки пожаротушения (АУП) и установка пожарной сигнализации (УПС) – совокупность стационарно установленных на объекте и автоматически действующих средств обнаружения и (или) тушения пожара, выполнения тех или иных функций в целях защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов пожара до прибытия подразделений пожарной охраны.

УПС предназначены для автоматического обнаружения пожара (посредством автоматических пожарных извещателей), представления необходимой информации о нем; отключения технологического оборудования, лифтов, вентиляции общего назначения, включения систем противодымной защиты, оповещения о пожаре и управления эвакуацией.

АУП обеспечивает подачу огнетушащих веществ в зону горения, получив командный импульс от УПС, сработавший из-за превышения пороговых значений в пределах защищаемого объема.

Системы автоматического пожаротушения подразделяют:

– по *виду огнетушащего вещества*: газовые; водяные (системы тонкодисперсной воды, спринклерные и дренчерные системы); пенные; порошковые; аэрозольные; комбинированные;

– *способу тушения*: поверхностного; объемного и локального;

– *конструктивному решению*: агрегатные (основные компоненты АУП поставляются в виде готовых к монтажу сборочных единиц); модульные (АУП состоит из емкости с зарядом огнетушащего вещества и пусковым устройством без трубопровода);

– *способу пуска*: с автоматическим и с основным автоматическим и дублирующим ручным пуском. (Системы пожаротушения. – <http://basb.ru/sistemy-pozharotusheniya>).

Рассмотрим водяные системы пожаротушения.

2.8.2 Водяная система автоматического пожаротушения

Система водяного автоматического пожаротушения используются **для борьбы с пожарами поверхностным методом**. Основным достоинством систем водяного автоматического пожаротушения является то, что они безопасны для людей, оказавшихся на территории возгорания во время срабатывания системы автоматического пожаротушения. По сравнению с остальными системами пожаротушения (порошкового, аэрозольного или газового), система водяного автоматического пожаротушения является мак-

симально безопасной, безотказной и наименее затратной с точки зрения используемого огнетушащего вещества.

Однако нельзя не признать, что стандартно применяемые системы водяного автоматического пожаротушения (дренчерные или спринклерные) имеют некоторые недостатки:

- значительное потребление воды на тушение единицы площади;
- вероятность получения ущерба из-за затопления водой;
- необходимость дополнительных расходов при строительстве (насосные станции, резервуары для запаса воды и т.д.);
- потребность в электроснабжении большой мощности;
- трудоёмкость и высокая стоимость техобслуживания систем водяного пожаротушения.

По использованию технических средств подачи воды к очагу пожара противопожарные водопроводы подразделяются:

- на простые (оборудованы пожарными кранами ручного действия);
- автоматические (спринклерные);
- полуавтоматические (дренчерные, водяные завесы).

Простые противопожарные водопроводы. Необходимость устройства в зданиях внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальные расходы воды на пожаротушение регламентируются нормами [1, таблицы 1 и 2].

Противопожарный водопровод в зданиях, имеющих системы хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, как правило, объединяют с одной из них (рисунок 2.44). Тушение пожара предусматривается от пожарных кранов, размещаемых на специальных пожарных стояках. Внутренние пожарные краны устанавливаются преимущественно у входов, на площадках



Рисунок 2.44 – Схема объединенной хозяйственно-противопожарной системы водоснабжения здания с двумя вводами:

- 1 – вводы; 2 – водомерные узлы; 3 – объединенная магистраль; 4 – водоразборный стояк; 5 – пожарный стояк; 6 – пожарный кран; 7 – кольцевая перемычка

http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/GIDRA/STOZ/METHOD/SAN_OBOR/Putko_4.htm

лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах на высоте 1,35 м от пола и размещаются в шкафчиках, приспособленных для опломбирования и визуального осмотра без вскрытия. Каждый пожарный кран снабжается пожарным рукавом одинакового с ним диаметра длиной 10, 15 или 20 м и пожарным стволом (брандспойтом). Пожарные стояки присоединяются к объединенной магистрали. При объединении с хозяйственно-питьевым водопроводом они выполняются из стальных оцинкованных или пластмассовых труб.

В зданиях высотой 6 этажей и более при объединенной системе хозяйственно-противопожарного водопровода пожарные стояки закольцовываются поверху. При этом для обеспечения сменности воды необходимо предусматривать кольцевание противопожарных стояков с одним или несколькими водоразборными стояками с установкой запорной арматуры. При числе пожарных кранов в здании до 12 предусматривается тупиковая схема водоснабжения с одним вводом. При большем числе пожарных кранов схема должна быть кольцевой или иметь закольцованные вводы. В таких зданиях предусматриваются два и более ввода, присоединенных, как правило, к различным участкам наружной водопроводной сети. Каждый ввод рассчитывается на пропуск максимального секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение. При таком режиме работы потери напора на водомере не должны превышать 10 м. Если это требование не выполняется, следует предусматривать обводную линию у счетчика холодной воды, рассчитанную на пропуск максимального (с учетом противопожарного) расхода воды, оборудованную задвижкой с электроприводом, которая открывается автоматически от кнопок, установленных у пожарных кранов, или от устройств противопожарной автоматики.

При недостаточном давлении в наружной водопроводной сети и установке пожарного насоса открытие задвижки должно быть заблокировано с пуском пожарных насосов.

Насосные установки, подающие воду на противопожарные нужды, располагают, как правило, в помещениях котельных, тепловых пунктов, бойлерных, но допускается располагать их в подвалах жилых зданий непосредственно под жилыми квартирами.

Для подачи воды на начальной стадии пожаротушения в системе водоснабжения с пожарным насосом предусматривается неприкосновенный противопожарный запас воды в водонапорном или гидропневматическом баке из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из внут-

ренных пожарных кранов при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды. При гарантированном автоматическом включении пожарных насосов противопожарный запас допускается не предусматривать.

При проектировании противопожарного водопровода на первом этапе производится размещение пожарных кранов на плане здания, обеспечивающее подачу необходимого количества струй в любую точку здания. При этом назначается высота компактной части струи (принимается равной высоте помещения, но не менее 6 м в зданиях высотой до 50 м). Пример определения расстояния между пожарными кранами приведен на рисунок 2.45.

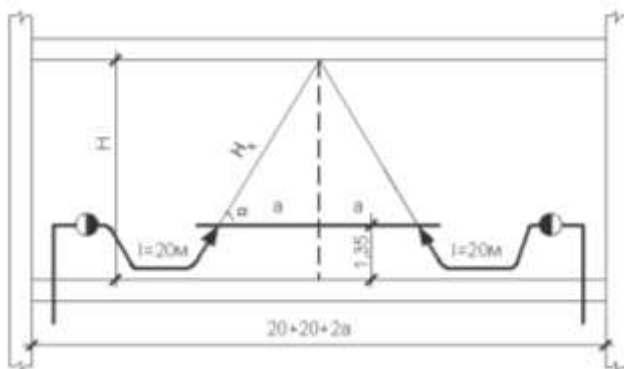


Рисунок 2.45 – Определение расстояния между пожарными кранами при расчете орошения одной струей:

H_k – высота компактной части струи; H – высота помещения

В настоящее время для зданий общественного назначения создают спринклерные и дренчерные системы как разновидности водяной противопожарной системы.

Спринклерные системы предназначены для автоматического тушения пожара водой (при автоматическом включении пожарных насосов) без участия человека и с одновременной подачей сигнала пожарной тревоги. Они бывают воздушными, водяными и смешанными. Эти системы предназначены для установки в помещениях как с отоплением, так и без него. В водяных установках трубопроводы полностью заполнены жидкостью. Поэтому используются такие системы только в отапливаемых помещениях. В воздушных установках вода поступает в трубопровод только после срабатывания контрольно-сигнального клапана. Их можно использовать в неотапливаемых помещениях. Трубопроводы изначально заполнены сжатым воздухом, поэтому только после его выхода начинается тушение огня водой.

Также для помещений, которые не имеют отопления, применяются смешанные системы. В таких установках трубопроводы летом заполнены водой, а зимой в них находится сжатый воздух, так как жидкость при низких температурах замерзает.

Спринклерная система водяного пожаротушения (рисунок 2.46) – это система трубопроводов, постоянно заполненная огнетушащим составом, снабженная специальными насадками, спринклерами, легкоплавкая насадка которых, вскрываясь при начальной стадии возгорания, обеспечивает подачу огнетушащего состава на очаг возгорания. Конструктивно установки пожаротушения представляют собой смонтированную под перекрытиями помещений сеть труб со спринклерами, вскрывающимися при повышении температуры.

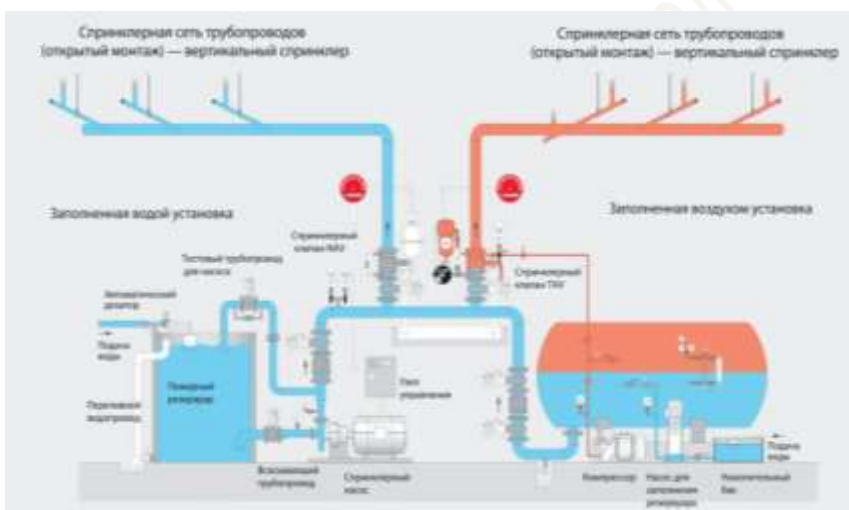


Рисунок 2.46 – Схема спринклерной системы пожаротушения:
(http://security-info.com.ua/articles/?ELEMENT_ID=1766)

Для подачи воды на начальной стадии пожаротушения устраиваются автоматические водопитатели – водонапорные баки и гидropневматические установки, в которых должен храниться запас воды, необходимый для 10-минутной работы с расходом воды не менее 10 л/с.

Спринклерная головка содержит клапан, который в закрытом положении зафиксирован замком, состоящим из трех металлических частей, соединенных легкоплавким припоем. При возгорании непосредственно под спринклером и повышении температуры выше расчетных пределов сплав припоя размягчается, замок распадается на отдельные части, клапан вытал-

квивается давлением воды, струя воды из открывшегося отверстия, ударяясь о розетку, орошает пол помещения и потолок. Площадь пола, защищаемая одним спринклером, не должна превышать: 9 м^2 – в помещениях с повышенной пожарной опасностью, 12 м^2 – в остальных помещениях.

Спринклеры изготавливают на различные температуры вскрытия, указываемые на замке, в зависимости от температуры воздуха обслуживаемого помещения. Для помещений с температурой $18\text{--}20 \text{ }^\circ\text{C}$ температура вскрытия назначается $72 \text{ }^\circ\text{C}$. Считается, что при благоприятном расположении спринклера с точки зрения воздействия тепла на замок от возникновения огня до вскрытия проходит $35\text{--}40$ с. Однако в реальных условиях это время достигает нескольких минут.

Спринклеры (рисунок 2.47) могут устанавливаться как розеткой вниз, так и вверх.

В рабочем состоянии сеть трубопроводов находится под давлением, в отопляемых помещениях она заполнена водой, в неотапливаемых – сжатым воздухом.

Контрольно-сигнальный клапан предназначен для автоматической подачи сигнала о начавшемся пожаре и автоматического включения пожарного насоса. КСК устанавливаются в отопляемых помещениях в легкодоступных местах в специальном опломбированном шкафчике.

Дренчерные системы имеют в своем составе головки, которые оснащены отверстиями диаметром 8, 10 и 12,7 мм. Такие элементы применяются не только для тушения пожара, но также с их помощью создаются водяные завесы. Они предназначены для изоляции очагов возгорания. В действие такие системы могут приводиться ручным и автоматическим методом.

Дренчерные системы разделяются на дренчерные установки, защищающие всю площадь помещения, и дренчерные завесы, устраиваемые для предупреждения перехода огня с одной части здания на другую. *Дренчерные установки* применяются в помещениях с высокой пожарной опасностью, где возможно быстрое распространение фронта пожара, при котором срабатывающие с запозданием спринклеры не в состоянии локализовать огонь (на предприятиях взрывчатых веществ, целлюлоида и др.). *Дренчер-*



Рисунок 2.47 – Спринклер:
1 – розетка; 2 – кольцо с опорной рамкой;
3 – часть замка; 4 – клапан;
5 – диафрагма; 6 – корпус

ные завесы предназначены не для тушения пожара, а для ограничения распространения пожара по всему зданию. Для этого помещение или здание делится водяными завесами на несколько частей, например, в театрах между сценой и зрительным залом.

Схема дренчерной установки совпадает со схемой спринклерной системы пожаротушения. Отличие в том, что вместо спринклеров на распределительных трубопроводах устанавливаются дренчеры – аналогичные устройства для разбрызгивания воды, но без клапанов и замков, т. е. всегда открытые. Поэтому система распределительных трубопроводов находится под действием только атмосферного давления. Она может быть заполнена воздухом (воздушная система) или, для ускорения срабатывания, водой (заливная система).

В дренчерных завесах вместо розеток используются карнизы (лопатки), которые обеспечивают разбрызгивание только в нужном направлении. Расчет дренчерных установок аналогичен расчету спринклерных установок, но учитывается работа сразу всех дренчеров.

2.9 Обобщающие положения по проектированию водоснабжения в рамках единого проекта

Проектирование системы внутреннего водопровода ведется с учетом объема водопотребления. При этом учитываются как хозяйственно-бытовые нужды, так и обратное и технологическое оборудование (системы отопления и полива). В этом случае качественно выполненный проект внутреннего водопровода – это «прочный фундамент» для дальнейших строительных и монтажных работ.

Сегодня инженерная мысль в проектировании систем водоснабжения шагнула далеко вперед. Это обусловлено в первую очередь рыночными условиями и высокой конкурентной средой. Показателями являются объём продаж в разрезе «цена – качество». Исходя из этого, при проектировании водопровода необходимо использовать передовые энерго- и ресурсосберегающие технологии. Одним из наиболее уязвимых мест в эксплуатации зданий и сооружений безусловно являются инженерные сети. Поэтому современные менеджеры и хозяйственники всё больше уделяют внимания качественному проектированию инженерных систем водопровода и канализации, отопления и вентиляции, электрическим сетям и автоматике, потому что только качественно спроектированные инженерные системы являются залогом стабильной и бесперебойной работы предприятия и комфортного проживания населения.

Главными факторами при проектировании водопровода являются расход воды и требования к ее качеству. Расход воды определяется по установленным СНиП нормам расхода воды и коэффициенту неравномерности ее потребления в течение суток.

Для разработки рабочего проекта горячего и холодного водоснабжения необходимы следующие документы:

1 Техническое задание от заказчика:

- информация по объекту (общая информация, архитектурные планировки и другое);
- задание на подключение технологического оборудования;
- планы расстановки оборудования;
- спецификация с указанием характеристик оборудования;
- информация по точке подключения.

Далее в рамках селитебной территории необходимо провести расчеты наружных систем водопровода и канализации, спроектировать системы внутреннего водоснабжения, канализации жилых домов, коттеджей и административных зданий.

2 Перечень разделов проектирования, входящих в стандартный комплект проекта системы водопровода и канализации:

- хозяйственно-питьевой водопровод;
- противопожарный водопровод;
- хозяйственно-бытовая канализация;
- ливневая канализация.

3 Стадия «Предпроектные предложения».

- пояснительная записка по разделу Водопровод и канализация;
- принципиальные схемы систем водопровода и канализации;
- расчёт нагрузок. Баланс водопотребления и водоотведения.

4 Стадия «Проект» (П):

- пояснительная записка по разделу «Водопровод и канализация»;
- баланс водопотребления и водоотведения;
- суточные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды;
- расчет максимальных секундных расходов воды;
- расчет максимальных часовых расходов воды;
- определение потребных напоров;
- характеристика насосного оборудования;
- планы всех этажей;
- задания смежникам.

5 Стадия «Рабочий проект»:

- пояснительная записка по разделу Водопровод и канализация;

- спецификация оборудования, изделий и материалов;
 - баланс водопотребления и водоотведения;
 - суточные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды;
 - определение расчётных расходов воды;
 - характеристика насосного оборудования;
 - определение потребных напоров;
 - планы всех этажей;
 - паспорт системы горячего водоснабжения;
 - паспорта на оборудование (насосные станции, очистные сооружения);
 - аксонометрические схемы систем водопровода и канализации;
 - доработка по замечаниям санитарно-эпидемиологических служб и др.
- (если есть).

3 ВОДООТВЕДЕНИЕ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

3.1 Сточные воды селитебных территорий и их отведение

Рассматривая город как сложную систему, необходимо отметить, что **канализационные сети** являются одними из важнейших систем жизнеобеспечения. Нормативные значения срока службы канализационных трубопроводов составляют до 25 лет. И здесь мы наблюдаем несоответствие сроков службы канализационных сетей и городских зданий, которые в зависимости от степени их капитальности составляют 50, 75, 100 и более лет. Это несоответствие в совокупности с многочисленными отказами во время эксплуатации канализационных сетей являются причиной нарушения нормальной жизнедеятельности людей, городского ландшафта, загрязнения окружающей среды, перерасхода материальных и энергетических ресурсов.

Исходя из современных представлений, надежность работы водоотводящих сетей в значительной степени зависит от их статической устойчивости под влиянием внешних нагрузок и свойств эксплуатационных сред.

Чтобы обеспечить надежную работу канализационной сети в течение длительного времени и поддерживать сеть в исправном состоянии, нужно в процессе её эксплуатации своевременно и планомерно осуществлять ряд технических мероприятий (осмотр сети, её профилактическую прочистку, устранение случайных засоров, текущий ремонт и т.д.).

Повышение надежности работы канализационной сети, снижение стоимости её эксплуатации, сокращение сроков проведения работ зависят не только от улучшения качества проектирования, строительства и эксплуатации сети, но и от повышения культуры пользования внутренними канализационными устройствами населением и персоналом промышленных предприятий.

В качестве основных критериев, на основании которых принимаются решения по перекладке или реконструкции водопроводных трубопроводов обычно принимаются:

– численные показатели надежности трубопровода, окончание срока полезной службы труб;

- условия прокладки и эксплуатации труб, факторы и воздействия, стабилизирующие надежность труб;
- техническое состояние трубопровода, устанавливаемое по данным технической диагностики, прочностным расчетам и оценки остаточного ресурса;
- высокий риск отказа участка трубопровода с материальным и экологическим ущербами;
- значимость и роль участка трубопровода в системе (например, магистраль, перемычка, внутриквартальная или уличная распределительная сеть).

3.1.1 Классификация и характеристика сточных вод

Сточные воды – воды, отводимые канализационной сетью или сбрасываемые в водный объект, свойства которых были ухудшены в результате бытовой и производственной деятельности человека.

Классификация сточных вод включает три основные категории в зависимости от их состава, происхождения и качественных показателей примесей и загрязнений: безопасность

Хозяйственно-бытовые сточные воды поступают в водоотводящую сеть от жилых домов, бытовых помещений промышленных предприятий, комбинатов общественного питания и лечебных учреждений. В составе таких вод различают фекальные сточные воды и хозяйственные, загрязненные различными хозяйственными отбросами, моющими средствами. Хозяйственно-бытовые сточные воды всегда содержат большое количество микроорганизмов, которые являются продуктами жизнедеятельности человека. Среди них могут быть и патогенные. Особенностью хозяйственно-бытовых сточных вод является относительное постоянство их состава.

Производственные сточные воды образуются в результате технологических процессов. Качество сточных вод и концентрация загрязняющих веществ определяются видом промышленного производства и исходного сырья, режимами технологических процессов.

Концентрация загрязнений в производственных сточных водах может сильно колебаться во времени и зависит от хода технологического процесса в отдельных цехах или на предприятии в целом. Неравномерность притока сточных вод и их концентрации во всех случаях ухудшает работу очистных сооружений и усложняет эксплуатацию.

Поверхностные сточные воды образуются в результате выпадения осадков. К этой категории сточных вод относят также талые воды и воды от поливки улиц. В поверхностных сточных водах наблюдается высокая концентрация кварцевого песка, глинистых частиц, мусора и нефтепродуктов, смываемых с улиц города. Загрязнение территории промышленных предприятий приводит к появлению в дождевых сточных водах примесей, ха-

раактерных для данного производства. Отличительной особенностью дождевого стока является его эпизодичность и резко выраженная неравномерность по расходу и концентрациям загрязнений.

Уровень загрязнения сточных вод рассчитывается в зависимости от концентрации в них различных примесей, выражающейся в массе на единицу объема (г/м^3 или мг/л).

Бытовые сточные воды являются относительно однообразными по своему составу, а концентрация в них загрязнений зависит от того, какой объем воды расходуется на одного человека, проще говоря, – от норм водопотребления.

По своей природе загрязнения сточных вод подразделяются:

– на *органические* – это примеси растительного (различные остатки плодов, растений и овощей, а также бумага, масла растительные и т.д., характеризующиеся повышенным содержанием углерода) и животного (различные человеческие и животные физиологические выделения, остатки органической ткани, клейкие вещества) происхождения;

– *минеральные* – это кварцевый песок, глина, щелочи, минеральные кислоты и их соли, минеральные масла и т. д.;

– *биологические и бактериальные*, включающие в себя различные грибки (плесневые и дрожжевые), микроорганизмы, водоросли и бактерии, среди которых довольно большое количество возбудителей таких болезней, как паратиф, тиф брюшной, дизентерия, сибирская язва и т.д.

Такие загрязнения могут быть характерны не только для бытовых сточных вод, но и для части промышленных стоков, например, отходов мясокомбинатов, скотобоен и т.д. Несмотря на то, что химический состав данных загрязнений является органическим, создаваемая ими при поступлении в водоемы санитарная опасность требует их выделения в отдельную категорию.

В состав бытовых стоков входят следующие загрязнения (значения приведены в процентах от общего числа загрязнений): минеральные вещества – 42, органические вещества – 58, взвешенные осаждающиеся вещества – 20 коллоидные смеси – 10, растворимые вещества – 50 % [16].

На сегодняшний день актуальность вопроса очистки сточных вод, образующихся в процессе жизнедеятельности человека (хозяйственно-бытовые стоки) и от промышленности (промышленные стоки) приобретает все более острую проблематику.

Состав сточных вод и их свойства оценивают по результатам *санитарно-химического анализа*, включающего наряду со стандартными химическими тестами целый ряд физических, физико-химических и санитарно-бактериологических определений.

Полный санитарно-химический анализ предполагает определение следующих показателей:

Температура – один из определяющих факторов процесса седиментации (осаждения). Функцией температуры является вязкость жидкости и, следовательно, сила сопротивления оседающим частицам. От температуры зависят скорости биохимических реакций и растворимость кислорода в воде.

Окраска – один из органолептических показателей качества сточных вод. Хозяйственно-фекальные сточные воды обычно слабо окрашены и имеют желтовато-буроватые или серые оттенки. Наличие интенсивной окраски различных оттенков – свидетельство присутствия производственных сточных вод. Для окрашенных сточных вод определяют интенсивность окраски по разведению до бесцветной, например 1:400; 1:250 и т.д.

Запах – органолептический показатель, характеризующий наличие в воде пахнущих летучих веществ. Обычно запах определяют качественно при температуре пробы 20 °С и описывают как фекальный, гнилостный, керосиновый, фенольный и т. д. При неясно выраженном запахе определение повторяют, подогревая пробу до 65 °С. Иногда необходимо знать пороговое число – наименьшее разбавление, при котором запах исчезает.

Концентрация ионов водорода выражается величиной рН. Этот показатель чрезвычайно важен для биохимических процессов, скорость которых может существенно снижаться при резком изменении реакции среды. Сточные воды, подаваемые на сооружения биологической очистки, должны иметь значение рН в пределах 6,5–8,5.

Прозрачность характеризует общую загрязненность сточной воды и растворенными и коллоидными примесями. Прозрачность городских сточных вод обычно составляет 1–3 см, после очистки она увеличивается до 15 см.

Сухой остаток характеризует общую загрязненность сточных вод органическими и минеральными примесями в различных агрегативных состояниях (в мг/дм³). Определяется этот показатель после выпаривания и дальнейшего высушивания при $t = 105$ °С пробы сточной воды. После прокаливания (при $t = 600$ °С) определяется зольность сухого остатка. По этим двум показателям можно судить о соотношении органической и минеральной частей загрязнений в сухом остатке.

Плотный остаток – это суммарное количество органических и минеральных веществ в профильтрованной пробе сточных вод (в мг/дм³). Определяется при таких же условиях, что и сухой остаток.

Взвешенные вещества – показатель, характеризующий количество примесей, которое задерживается на бумажном фильтре при фильтровании

пробы. Это один из важнейших технологических показателей качества воды, позволяющий оценить количество осадков, образующихся в процессе очистки сточных вод. Кроме того, этот показатель используется в качестве расчетного параметра при проектировании первичных отстойников.

Количество взвешенных веществ – один из основных нормативов при расчете необходимой степени очистки сточных вод. Концентрация взвешенных веществ в городских сточных водах – обычно 100–500 мг/дм³.

Оседающие вещества – часть взвешенных веществ, оседающих на дно отстойного цилиндра за 2 ч отстаивания в покое, характеризует способность взвешенных частиц к оседанию, позволяет оценить максимальный эффект отстаивания и максимально возможный объем осадка, который может быть получен в условиях покоя. В городских сточных водах оседающие вещества в среднем составляют 50–75 % общей концентрации.

Окисляемость – общее содержание в воде восстановителей органической и неорганической природы. В городских сточных водах подавляющую часть восстановителей составляют органические вещества, поэтому считается, что величина окисляемости полностью относится к органическим примесям (рисунок 3.1).

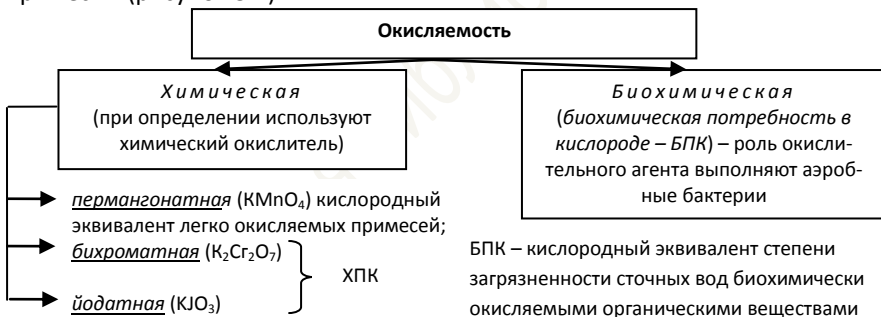


Рисунок 3.1 – Разновидности окисляемости воды

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) определяет количество кислорода, необходимое для жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в окислении органических соединений. Величина $\text{БПК}_{\text{полн}}$ определяет расход кислорода в процессе биохимического окисления и является важнейшей технологической характеристикой для любого аэробного биоокислителя.

Азот находится в сточных водах в виде органических и неорганических соединений. В городских сточных водах основную часть *органических азотистых соединений* составляют вещества белковой природы – фетиши,

пищевые отходы. *Неорганические соединения азота* представлены восстановленными – NH_4^+ и NH_3 окисленными формами NO_2^- и NO_3^-

Аммонийный азот в большом количестве образуется при гидролизе мочевины – продукта жизнедеятельности человека.

В городских сточных водах до их очистки *азот в окисленных формах* (в виде нитритов и нитратов), как правило, *отсутствует*. Нитриты и нитраты восстанавливаются группой денитрифицирующих бактерий до молекулярного азота. *Окисленные формы азота могут появиться в сточной воде лишь после биологической очистки.*

Источником соединений *фосфора* в сточных водах являются физиологические выделения людей, отходы хозяйственной деятельности человека и некоторые виды производственных сточных вод.

Азот и фосфор (биогенные элементы) – необходимые компоненты состава бактериальных клеток. *При отсутствии азота и фосфора процесс биологической очистки невозможен.*

Хлориды и сульфаты – показатели, концентрация которых влияет на общее солесодержание.

К токсичным тяжелым металлам относят железо, никель, медь, свинец, цинк, кобальт, кадмий, хром, ртуть, *к токсичным элементам*, не являющимся тяжелыми металлами, – мышьяк, сурьма, бор, алюминий и т.д. Источник тяжелых металлов – производственные сточные воды машиностроительных заводов, предприятий электронной, приборостроительной и других отраслей промышленности. В сточных водах тяжелые металлы содержатся в виде ионов и комплексов с неорганическими и органическими веществами.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) – органические соединения, состоящие из гидрофобной и гидрофильной частей, обуславливающих растворение этих веществ в маслах и в воде.

Нефтепродукты – неполярные и малополярные соединения, экстрагируемые гексаном. На городских очистных сооружениях степень их задержания не превышает 85 %.

Растворенный кислород в поступающих на очистные сооружения сточных водах отсутствует. В аэробных процессах концентрация кислорода должна быть не менее 2 мг/дм^3 .

Санитарно-бактериологические показатели включают определение общего числа аэробных сапрофитов (микробное число), бактерий группы кишечной палочки и анализ на яйца гельминтов.

Микробное число оценивает общую обсемененность сточных вод микроорганизмами и косвенно характеризует степень загрязненности воды органическими веществами – источниками питания аэробных сапрофитов. Для городских сточных вод колеблется в пределах 10^6 – 10^8 .

Коли-титр – наименьшее количество воды, в котором содержится 1 кишечная палочка рода *Escherichia Coli*. Этот показатель косвенно характеризует зараженность воды патогенными микроорганизмами.

В силу сложившихся исторических условий в городах Беларуси чаще всего на селитебных территориях располагаются и промышленные организации, сточные воды которых делятся на *условно-чистые*, которые использовались преимущественно на охлаждение, и *загрязненные*.

Загрязненные производственные сточные воды содержат различные примеси и подразделяются на три основные группы, загрязненные следующими примесями:

– *минеральными* (предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности; заводы по производству минеральных удобрений, кислот, строительных изделий и материалов и др.);

– *органическими* (предприятия мясной, рыбной, молочной, пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности; заводы по производству пластмасс, каучука и др.);

– *минеральными и органическими* (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности; заводы по производству консервов, сахара, продуктов органического синтеза, бумаги, витаминов и др.).

В зависимости от концентрированности производственные сточные воды могут быть *высоко-* и *слабоконцентрированными*.

Производственные сточные воды могут различаться по физическим свойствам загрязняющих их продуктов, степени агрессивности (*слабоагрессивные* с $pH = 6...6,5$ и $pH = 8...9$ (в том числе *слабокислые* и *слабощелочные*), *сильноагрессивные* с $pH < 6$ и $pH > 9$ (*сильнокислые* и *сильнощелочные*) и *неагрессивные* с $pH = 6,5...8$).

Незагрязненные производственные сточные воды поступают от холодильных, компрессорных, теплообменных аппаратов. Кроме того они образуются при охлаждении основного производственного оборудования и продуктов производства.

На различных предприятиях, даже при одинаковых технологических процессах, состав производственных сточных вод, режим водоотведения и

удельный расход на единицу выпускаемой продукции весьма разнообразны. Большим значением в формировании состава производственных сточных вод имеет вид перерабатываемого сырья.

При анализе производственных сточных вод необходимо определять: содержание компонентов, специфичных для данного вида производства (фенолов, нефтепродуктов, ПАВ и т.п.); общее количество органических веществ, выражаемое величинами БПК_{полн} и ХПК; активную реакцию; степень минерализации; интенсивность окраски и др. Физико-химические показатели производственных сточных вод свидетельствуют о широком диапазоне колебаний состава этих вод, что вызывает необходимость тщательного обоснования выбора оптимального метода очистки для каждого вида этих вод.

В технологических процессах образуются следующие основные виды сточных вод:

реакционные, характерные для реакций, протекающих с образованием воды, очистка их представляет серьезную проблему;

– *содержащиеся в сырье и исходных продуктах* – свободная или связанная вода, находящаяся во многих видах сырья (угле, нефти, сланцах и др.) и исходных продуктов, в процессе переработки загрязняются всевозможными органическими веществами;

– *промывные*, которые используют для промывки сырья и продуктов, получаемых в технологических процессах;

– *маточные водные растворы*, образующиеся в результате проведения процессов получения или переработки продуктов в водных средах;

– *водные экстракты и абсорбционные жидкости*, получающиеся при использовании вода в качестве экстрагента или абсорбента. Содержат значительные количества химических веществ, наибольшие объемы образуются при мокрой очистке газов;

– *охлаждающие*, используемые для охлаждения продуктов и аппаратов. Вода, не соприкасающаяся с технологическими продуктами, применяется в системах оборотного водоснабжения;

– *другие виды*, образуемые от вакуум-насосов, конденсаторов смешения, при гидрозолоудалении, конденсации паров воды, от мойки оборудования и т.д.

3.1.2 Основные элементы системы водоотведения

Водоотводящая система состоит из следующих основных элементов:

– внутренних водоотводящих систем зданий;

- наружной внутриквартальной (дворовой) водоотводящей сети;
- внешней (наружной) водоотводящей сети;
- регулирующих резервуаров;
- насосных станций и напорных трубопроводов;
- очистных сооружений;
- выпусков очищенных сточных вод в водоем и аварийных выпусков сточной воды в водоем.

Внутренняя водоотводящая система (рисунок 3.2) состоит из приемников сточных вод (санитарных приборов) и внутренней водоотводящей сети, которая включает стояки, отводные линии и выпуски из зданий. Все трубопроводы укладывают с уклоном к стоякам для обеспечения самотечного отвода воды. Через стояки обычно осуществляется вытяжка газа (вентиляция). *Выпуски* – это участки трубопроводов от стояков до смотровых колодцев на внутриквартальной водоотводящей сети, которые также укладываются с уклоном. Для исключения попадания газов в помещения под санитарными приборами устанавливают сифоны (гидравлические затворы), в которых постоянно находится вода высотой 8–10 см.

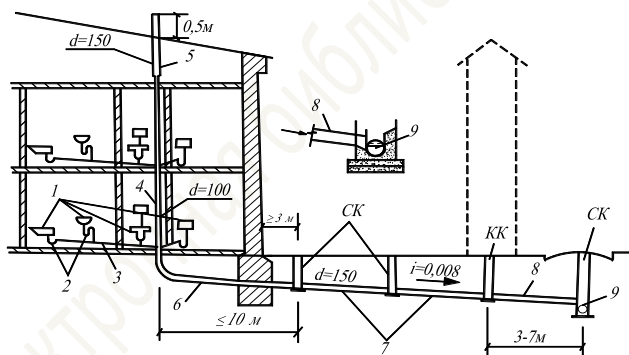


Рисунок 3.2 – Схема внутренней водоотводящей системы жилого дома:

- 1 – санитарные приборы; 2 – гидравлические затворы; 3 – отводные трубы;
4 – стояк; 5 – вентиляционная (вытяжная) труба; 6 – выпуск

Внутриквартальная водоотводящая сеть (рисунок 3.3) представляет собой систему подземных трубопроводов. Трассируется она обычно около зданий, соединяя выпуски из зданий. На участке внутриквартальной сети на расстоянии 1–1,5 м от красной линии располагается контрольный колодец, служащий для контроля за работой внутриквартальной сети, а на выпусках из зданий – смотровые колодцы.

Внешняя (наружная) водоотводящая сеть называется еще *уличной* и состоит из систем подземных трубопроводов, уложенных с уклоном в направлении движения воды. В целях уменьшения глубины заложения трубопроводы должны трассироваться в направлении, совпадающем с уклоном поверхности земли.

При составлении схемы водоотведения обслуживаемый объект разбивается на бассейны водоотведения – это часть объекта водоотведения, ограниченная водоразделом или водоемом, вертикальной планировкой города или границами застройки, водоотведение с которой осуществляется системой самотечных трубопроводов. Границы бассейна водоотведения, как правило, соответствуют линиям водоразделов. При плоском рельефе местности границы бассейнов назначают, исходя из условия возможно большего охвата территории самотечной сетью.

Внешняя водоотводящая сеть разделяется на уличную сеть 9, коллекторы бассейнов водоотведения 10 и главные коллекторы 11 (см. рисунок 3.3).

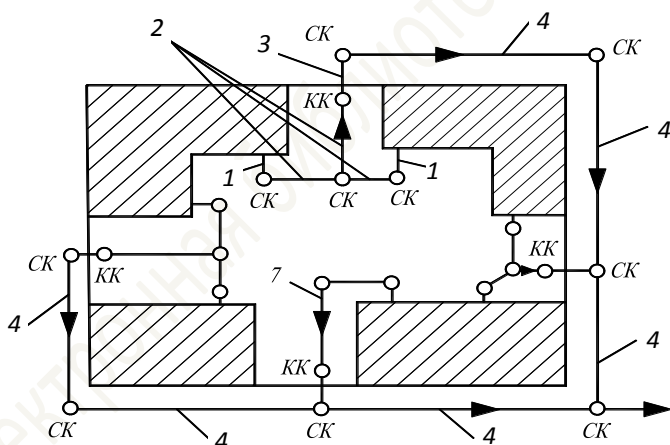


Рисунок 3.3 – Схема внутриквартальной водоотводящей сети:

- 1 – выпуски из зданий; 2 – подземный самотечный трубопровод внутриквартальной сети;
- 3 – соединительная ветка; 4 – подземная самотечная уличная сеть; СК – смотровые колодцы;
- КК – контрольные колодцы

Уличная сеть – трубопроводы, в которые присоединяются внутриквартальные сети.

Коллекторы бассейнов – водоотводящие трубопроводы для приема и отвода сточных вод от части или всего бассейна водоотведения. Главные коллекторы – трубопроводы для приема и отвода сточных вод от части или

всего города. Главными коллекторами сточная вода транспортируется к насосным станциям или очистным сооружениям.

Для осмотра трубопроводов на водоотводящих сетях устраивают смотровые колодцы СК. Для пересечения самотечных трубопроводов с естественными препятствиями (реками, оврагами) и подземными сооружениями строятся эстакады или дюкера. Для приема в водоотводящую сеть дождевых вод строятся дождеприемники.

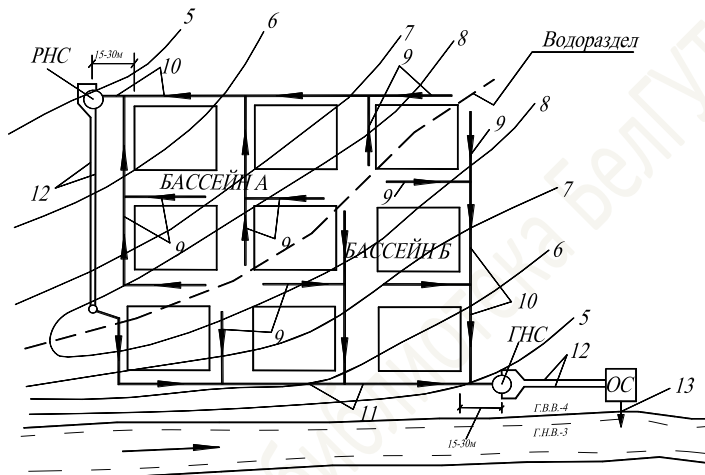


Рисунок 3.4 – Общая схема водоотведения населенного пункта:

- 9 – подземная самотечная уличная сеть; 10 – самотечные коллекторы бассейнов канализования А и Б; 11 – главный коллектор; 12 – напорные трубопроводы;
- 13 – выпуск очищенных сточных вод в водоем; РНС – районная насосная станция; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения

Регулирующие резервуары – это искусственные или естественные емкости, обеспечивающие аккумуляцию сточных вод в период максимального их притока, а в часы, когда приток сточных вод снижается, производится их сброс или откачка. Обычно регулирующие резервуары устанавливаются на водоотводящей сети для отвода дождевых вод.

При глубине заложения трубопроводов 6–8 м приходится осуществлять перекачку сточных вод. Поэтому в этих местах устраиваются насосные станции, которые перекачивают сточные воды либо в другой коллектор, либо на очистные сооружения. Насосные станции подразделяются на местные МНС, районные РНС и главные ГНС. МНС служат для подъема и перекачки сточной воды от одного здания или группы, РНС – для подъема и перекачки сточной воды от части или целого бассейна водоотведения, ГНС – для

подъема и перекачки сточной воды на очистные сооружения от части или всего города.

Очистные сооружения – комплекс сооружений, на которых сточная вода последовательно очищается от загрязнений, находящихся в различном состоянии (растворенных и нерастворенных).

Выпуски очищенных сточных вод в водоемы – специальные сооружения, которые обеспечивают быстрое и интенсивное смешение сточной воды с водой водоема.

Аварийные выпуски располагаются на главных коллекторах, расположенных вдоль реки, а также перед насосной станцией. Они согласовываются с санитарными органами и органами рыбоохраны. Сброс сточных вод в реку допускается лишь в чрезвычайных случаях – авариях на коллекторах или насосных станциях.

Все элементы системы водоотведения взаимосвязаны в работе. Выход из строя хотя бы одного из них может привести к нарушениям работы всей системы. Поэтому сооружения проектируются с резервом.

3.1.3 Системы и схемы водоотведения. Трассировка сети

Система водоотведения – совокупность устройств и сооружений, предназначенных для приема, транспортировки и отведения сточных вод. Принципиальная схема системы водоотведения приведена на рисунке 3.5.



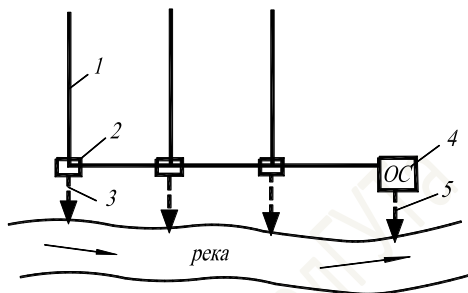
Рисунок 3.5 – Принципиальная схема системы водоотведения

Возможны различные решения систем водоотведения – путем совместного или отдельного водоотведения сточных вод различных видов. В зависимости от этого проектируемые водоотводящие системы подразделяются на *общесплавные, отдельные и комбинированные*, а отдельные – на *полные отдельные, неполные отдельные и полураздельные*.

Общесплавная система водоотведения имеет одну водоотводящую сеть, предназначенную для отвода сточных вод всех видов: бытовых, производственных и дождевых. Особенностью общесплавной системы является нали-

чие на главном коллекторе ливнеспусков, через которые часть смеси сточной воды сбрасывается в водоем при выпадении сильных дождей (рисунок 3.6).

Рисунок 3.6 – Общесплавная система водоотведения:
 1 – коллектор, транспортирующий бытовые, производственные и дождевые сточные воды;
 2 – ливнеспуск; 3 – сбросной трубопровод от ливнеспуска;
 4 – очистные сооружения;
 5 – выпуск очищенных сточных вод



Отвод с обслуживаемых объектов всех сточных вод обеспечивает высокое санитарное состояние городов и промышленных предприятий. Применять общесплавную систему канализации целесообразно при наличии рядом с обслуживаемым объектом рек с большим расходом воды, в которые допустим сброс значительных объемов неочищенных сточных вод.

Полная раздельная система водоотведения (рисунок 3.7) имеет две или больше водоотводящих сетей, каждая из которых предназначена для отвода сточных вод определенного вида: бытовых от города, производственных и дождевых. При полной раздельной системе водоотведения очистка поверхностного стока может решаться или созданием локальных очистных сооружений поверхностного стока перед выпуском прямо на дождевой сети, или созданием централизованных очистных сооружений за пределами обслуживаемого объекта и переброски на них дождевых вод по главному коллектору дождевой сети.

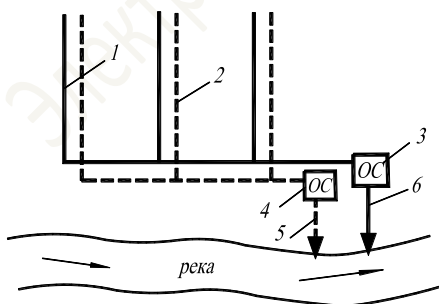


Рисунок 3.7 – Полная раздельная система водоотведения:
 1 – коллектор, транспортирующий бытовые и промышленные сточные воды;
 2 – коллектор, транспортирующий дождевые сточные воды;
 3 – очистные сооружения промбытовых сточных вод; 4 – очистные сооружения дождевых сточных вод; 5 и 6 – выпуски очищенных сточных вод в водоем

Неполная раздельная система водоотведения имеет одну водоотводящую сеть, предназначенную для отвода загрязненных бытовых и

производственных сточных вод (производственно-бытовая сеть) (рисунок 3.8). Отвод дождевых вод в водоем предусмотрен по открытым лоткам или канавам. Применяются обычно для небольших объектов.

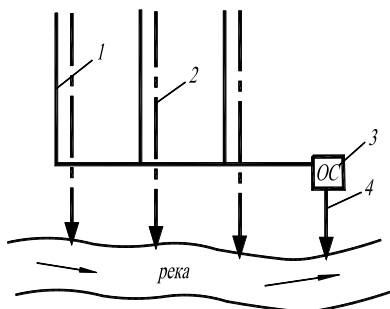


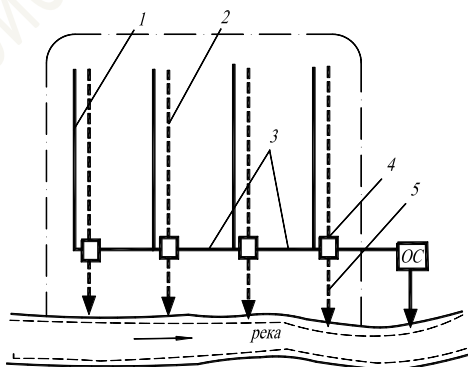
Рисунок 3.8 – Неполная раздельная система водоотведения:

- 1 – коллектор, транспортирующий бытовые и промышленные сточные воды;
- 2 – открытые лотки, кюветы и канавы для отведения дождевых вод в водоем;
- 3 – очистные сооружения;
- 4 – выпуск очищенных сточных вод

Полураздельная система водоотведения (рисунок 3.9). При этой системе одновременно строятся две подземные сети труб – производственно-бытовая и дождевая и один общий главный коллектор, по которому все бытовые и производственные сточные воды и первые наиболее загрязненные порции дождевой воды (до 70 % годового стока) отводятся на очистные сооружения, а более чистая часть дождевого стока по ливнеотводам сбрасывается в водоем без очистки.

Рисунок 3.9 – Полураздельная система водоотведения:

- 1 – производственно-бытовая сеть;
- 2 – дождевая сеть;
- 3 – общий (общесплавной) главный коллектор;
- 4 – разделительные камеры;
- 5 – ливнеотводы



Комбинированная система водоотведения обычно складывается исторически (по мере развития города), когда в разных районах города возникают разные системы водоотведения. Например, в одном (старом) районе города имеется общесплавная система, а в новом районе строят раздельную систему.

Каждая из перечисленных систем водоотведения имеет *преимущества* и *недостатки* (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Сопоставление систем водоотведения

Преимущества	Недостатки
<i>Общесплавная система водоотведения</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Протяженность и стоимость одной сети по сравнению с несколькими сетями полной раздельной системы значительно меньше. 2 Легче проложить один трубопровод, чем несколько по проезжей части улиц, меньше смотровых колодцев с люками и крышками на поверхности проездов. 3 Меньше стоимость эксплуатации сети 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Требуются большие единовременные затраты в начале строительства сети, состоящей из труб большого диаметра. При полной раздельной системе в первую очередь может быть построена только бытовая сеть из труб сравнительно малых диаметров. 2 Больше стоимость строительства и эксплуатации насосных станций и очистных сооружений, так как расходы воды, поступающие на насосные станции общесплавной системы, превышают в 1,5–3 раза расходы воды на те же сооружения полной раздельной системы. 3 В водоем через ливневспуски сбрасывается смесь сточных вод, т.е. и бытовые сточные воды, которые характеризуются более высокими показателями загрязнений. 4 Через ливневспуски возможно подтопление водоотводящей сети в период паводков в реках и повышения уровня воды в них
<i>Полная раздельная система водоотведения</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1 Невелики единовременные затраты на строительство бытовой сети. 2 Стоимость строительства и эксплуатации очистных сооружений меньше, чем стоимость их строительства при общесплавной системе 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Весь объем дождевых вод сбрасывается без очистки в водоем
<i>Полураздельная система водоотведения</i>	
<p>В водоем сбрасывается лишь часть менее загрязненных дождевых вод, а наиболее загрязненные воды направляются на очистные сооружения и подвергаются очистке</p>	

Из анализа таблицы 3.1 следует, что применение общесплавных систем целесообразно при наличии рядом с обслуживаемым объектом мощного водоема и в районах, характеризующихся выпадением небольшого количества осадков. При расположении очистных сооружений на большом расстоянии от обслуживаемого объекта общесплавная система может оказаться менее выгодной по сравнению с применением полной раздельной системы. Применение общесплавной системы целесообразно на узких улицах с большой насыщенностью их подземными сооружениями.

Применение же полной раздельной и общесплавной систем не всегда способны обеспечить возросшие санитарные требования. Наиболее перспективной является полураздельная система, которая в основном и нашла применение в Республике Беларусь.

Для выбора системы можно руководствоваться данными таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Выбор системы водоотведения [103]

Параметр	Системы водоотведения			
	общесплавная	раздельная		полураздельная
		неполная	полная	
Этажность застройки	>6	—		—
Расход водных потоков, м ³ /с	>5	>5		<5
Количество РНС	<3	>3		—
Длина загородного коллектора, км	<1	—		—
Интенсивность дождей	Малая	Небольшая	Большая	Небольшая
Количество жителей	—	<5000	—	—
Загрязнение водоемов	Одинаковое	—	Одинаковое	Наименьшее
Капитальные вложения	Средние	Наименьшие		Наибольшие
Протяженность сетей	Наименьшая	—	Примерно одинаковая	

Схемы водоотведения населенных пунктов разрабатывается на генплане городов в масштабе 1:5000–1:20000 с горизонталями через 1–2 м с указанием кварталов и проездов, схемы водоотведения промышленных предприятий – на генплане в масштабе 1:1000–1:5000 с горизонталями через 1–5 м.

При проектировании необходимо рассматривать целесообразность кооперирования систем канализации объектов, учитывать экономическую и санитарную оценки существующих сооружений, предусматривать возможность их использования и интенсификацию их работы.

Проекты канализации объектов, как правило, должны быть увязаны со схемой их водоснабжения, с обязательным рассмотрением возможности использования очищенных сточных и дождевых вод для производственного водоснабжения и орошения. Выбор схем и систем канализации объектов следует производить с учетом требований к очистке сточных вод, климатических условий, рельефа местности, геологических и гидрологических условий, существующей ситуацией в системе водоотведения и других факторов.

Важным этапом составления схемы является трассировка уличных трубопроводов. Место их расположения определяется необходимостью приема и отвода воды от каждого квартала застройки. Трассировка уличных трубопроводов зависит от рельефа местности и диктуется необходимостью обеспечить наименьшее заглубление внутриквартальных сетей и уличных трубопроводов. В зависимости от этого могут быть различные схемы водоотводящих сетей:

– *перпендикулярная* (рисунок 3.10, а) – коллекторы бассейнов водоотведения трассируются перпендикулярно направлению течения воды в водоеме. Применяют такую схему при уклоне поверхности земли к водоему и отводе сточных вод, не нуждающихся в очистке (дождевые, условно чистые);

– *пересеченная* (рисунок 3.10, б) – коллекторы бассейнов водоотведения трассируются перпендикулярно направлению течения воды в водоеме и перехватываются главным коллектором, трассируемым параллельно реке. Такую схему применяют при плавном падении рельефа местности к водоему и необходимости очистки сточных вод;

– *параллельная (веерная)* (рисунок 3.10, в) – применяют при резком падении рельефа местности к водоему. Эта схема позволяет исключить в коллекторах бассейнов водоотведения повышенные скорости движения воды;

– *радиальная* (рисунок 3.10, д) – применяют при сложном рельефе местности и в больших городах. Очистка сточных вод осуществляется на двух и большем числе очистных сооружений;

– *зонная* (рисунок 3.10, з) – обслуживаемая территория разбивается на две зоны: с верхней сточные воды отводятся самотеком к очистным сооружениям, а с нижней зоны перекачиваются насосной станцией. Применяют при небольшом падении рельефа местности к водоему.

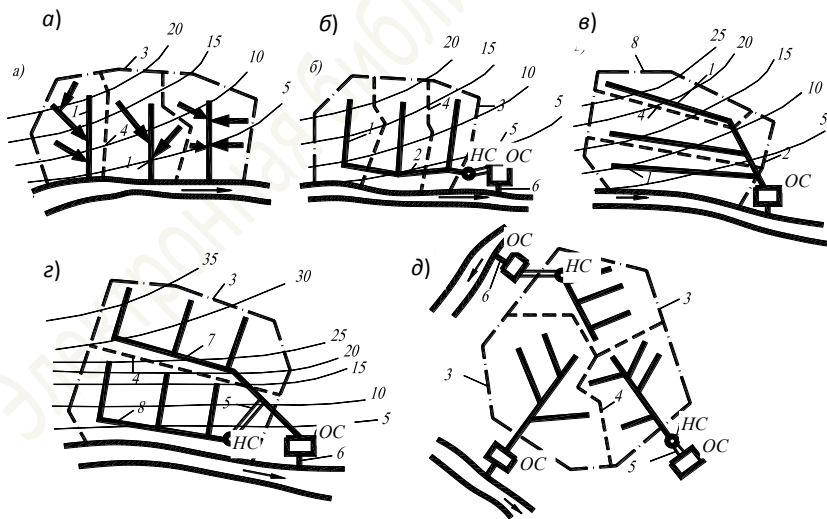


Рисунок 3.10 – Схемы водоотводящих сетей:

а – перпендикулярная; б – пересеченная; в – параллельная; г – зонная;

д – радиальная; 1 – коллекторы бассейнов водоотведения; 2 – главные коллекторы; 3 – граница обслуживаемого объекта; 4 – граница бассейнов водоотведения; 5 – напорный трубопровод; 6 – выпуск; 7 и 8 – главные коллекторы соответственно верхней и нижней зон

Если рассматривать соотношение числа очистных станций и населенных пунктов, то все схемы водоотведения можно разделить на централизованные, децентрализованные и районные.

При *централизованной* схеме водоотведения сточные воды со всего города собираются и отводятся единой сетью на одну очистную станцию. Данная схема применяется для средних городов и малых населенных пунктов.

При *децентрализованной* схеме устраивают *районную* канализацию с самостоятельными очистными сооружениями. Применяется для городов с населением более 500–700 тыс. человек.

Для нескольких близко расположенных населенных пунктов или предприятий применяют районную схему водоотведения, при этом устраивают одну очистную станцию большой мощности вместо нескольких маломощных станций очистки. Для выбора схемы можно руководствоваться данными таблицы 3.3.

Таблица 3.3 – Выбор схемы водоотведения

Наименование схемы водоотведения	Условия Применения	Особенности
Перпендикулярная	Для дождевой канализации при спокойном уклоне местности	Коллекторы перпендикулярны водному потоку
Пересеченная	Уклон местности к водоему спокойный	Главный коллектор вдоль водного потока
Зонная	Любая система водоотведения при значительной разнице отметок поверхности земли по террасам	По каждой террасе прокладывают сборный коллектор
Радиальная	При наличии нескольких водоприемников или когда город расположен на холме	Коллекторы расположены по радиусам от центра города
Веерная	Уклон местности к водоему очень большой	Коллекторы почти параллельны друг другу

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, водисточников, поверхностных водоемов, водотоков, промышленных предприятий, промышленных или железнодорожных узлов.

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.

Различают три следующие схемы трассирования уличных канализационных сетей:

– *объемлющая* – уличные сети опоясывают каждый квартал со всех четырех сторон. Эту схему применяют при плоском рельефе местности и больших кварталах;

– *по пониженной стороне квартала* – уличные сети проложены лишь с пониженных сторон обслуживаемых кварталов. Эту схему применяют при значительном падении местности. 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 (рисунок 3.11, а). Возможна прокладка сети по нескольким сторонам квартала – объемлющая сеть (рисунок 3.11, 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 30 м, то прокладывают два параллельных трубопровода сети водоотведения с каждой стороны.

На территориях вновь строящихся городов применяют прокладку водоотводящей сети по внутриквартальным проездам (рисунок 3.11, в). Такая трассировка сети позволяет сократить протяженности сети и количество колодцев присоединения домовых выпусков к уличной сети.

Боковые присоединения трубопроводов осуществляют под углом не менее 90° между присоединенной и отводящей трубой.

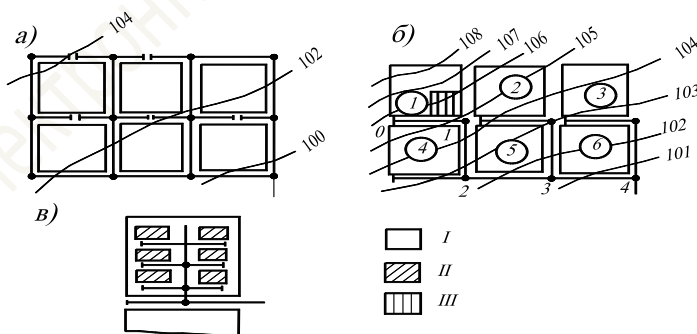


Рисунок 3.11 – Схемы трассирования уличных сетей:
 а – объемлющая; б – по пониженной стороне квартала; в – черезквартальная;
 I – кварталы; II – здания; III – промышленные предприятия

3.1.4 Трубы и коллекторы систем водоотведения

Трубы для наружной канализации можно разделить на трубы для магистральных трубопроводов централизованных систем канализации и наружной канализации автономных систем водоотведения частных домов.

Трубы классифицируют в основном:

– *по диаметру*. Трубы для наружной канализации магистральных трубопроводов выпускаются в диаметрах от 160 до 1400 мм и более, трубы автономных систем водоотведения частных домов до 160 мм;

– *материалу*. Для самотечных канализационных трубопроводов следует применять безнапорные трубы пластмассовые, железобетонные, чугунные и хризотилцементные (асбестоцементные) [105], для напорных – напорные трубы пластмассовые, железобетонные, стальные, чугунные и асбестоцементные [105]. Для транспортирования агрессивных сред рекомендуется использовать керамические и стеклянные трубы. Трубы для наружной канализации автономных систем водоотведения частных домов с септиками и/или дренажными колодцами/полями, как правило, полипропиленовые или из полиэтилена низкого давления;

– *глубине укладки*. Трубы для наружной канализации магистральных трубопроводов укладываются на глубину, определяемую уровнем проектных статических и динамических нагрузок, кольцевой жесткостью трубы и уровнем промерзания почвы в конкретной климатической зоне. При наличии в отведенной под укладку трубопровода зоне коммуникаций водоснабжения трубы для наружной канализации размещаются под магистральным трубопроводом холодной/горячей воды или тепловых сетей. Трубы для наружной канализации автономных систем водоотведения частных домов с септиками и/или дренажными колодцами/полями прокладываются на глубине, определяемой глубиной промерзания почвы, поскольку нагрузки на грунт приусадебного участка вне дома незначительны. При использовании предизолированных труб наружной канализации или утеплении трубопровода возможна прокладка на небольшой глубине и без инспекционных/смотровых колодцев, что уменьшает затраты на земляные работы и облегчает доступ к трубопроводу в аварийной ситуации;

– *типам соединений*. Трубы для наружной канализации магистральных трубопроводов больших диаметров из полимеров соединяются между собой в раструб или с помощью специальных муфт, соединение с которыми выполняется с помощью рычага, лебедки или ковша экскаватора (рисунок 3.12). Трубы для наружной канализации автономных систем водоотведения частных домов с септиками и/или дренажными колодцами/полями соединяются между собой в раструб с использованием уплотнительной манжеты и вручную.



Рисунок 3.12 – Схема монтажа трубы для наружной канализации магистральных трубопроводов централизованных систем водоотведения

Керамические трубы. Предназначены для строительства безнапорных сетей канализации, транспортирующих промышленные, бытовые и дождевые, неагрессивные и агрессивные сточные воды. Трубы изготавливаются из минерального глинистого сырья с добавками или без них путем пластического формования, сушки и обжига. Выпускаются диаметром 150–600 мм в соответствии с СТБ 1418–2003 [84].

Конструкция керамических канализационных труб, соединяемых в раструб, приведена на рисунке 3.13.

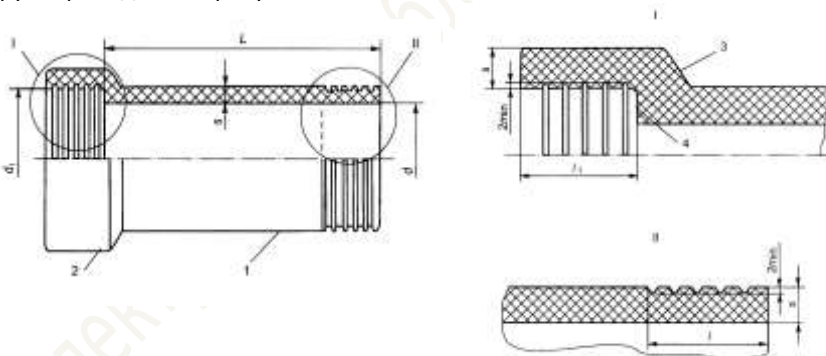


Рисунок 3.13 – Конструкция керамических канализационных труб:

1 – ствол трубы; 2 – раструб трубы; 3 – внешнее плечико раструба;

4 – внутреннее плечико раструба

Условное обозначение керамической канализационной трубы должно состоять из слов «Труба керамическая», значений внутреннего диаметра и длины ствола трубы в сантиметрах и обозначения настоящего стандарта. *Пример условного обозначения* керамической канализационной трубы с внутренним диаметром ствола 150 мм и длиной 1200 мм:

Труба керамическая 15–120 СТБ.1418–2003.

Преимущества и недостатки керамических канализационных труб приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Преимущества и недостатки керамических канализационных труб

Преимущества	Недостатки
1 Не боятся значительных внешних механических нагрузок (аналог горной породы по прочности). 1 Обожженная керамика не подвержена коррозии, что выгодно отличает ее от стали и серого чугуна. 3 Со временем не теряет прочность (не разрушенные внешними воздействиями участки канализации Древнего Рима и сейчас могут выполнять свои функции. Это не 50 лет, заявленные для полиэтилена!). 4 В отличие от пластиков, канализационная керамическая труба не боится высоких температур. 5 Устойчивы к агрессивным средам	1 Перемерзание керамической трубы гарантированно приведет к ее разрушению (полиэтилен просто чуть растянется, вставив ледяную пробку, а после оттаивания вернется к прежним размерам). 2 Трубы довольно хрупки по отношению к ударным воздействиям (отрезать такую трубу по размеру проблематично, она может расколоться). 3 По сравнению с пластиками такие трубы очень тяжелые. 4 Существенно дороже при сопоставимой проходимости, чем ПВХ или полиэтиленовые пластиковые канализационные трубы

Уплотнение стыков не настолько устойчиво к температуре и крайне агрессивным средам. Когда нужна устойчивость к реально высоким температурам и сильным кислотам, используется уплотнение с помощью, к примеру, глиняных замазок, включающих каолин.

В Республике Беларусь керамические канализационные трубы производятся на Речицком комбинате стройматериалов из смеси глин местной и привозной из России.

Технология производства – топливно-энергоемкая, разработанная еще в середине 50-х годов. С тех пор завод производит керамические трубы внутренним диаметром от 150 до 300 мм длиной 1200–1300 мм, которые используются в строительстве. Случаев их разрушения за это время не установлено. Вместе с этим трубы не соответствуют требованиям стандарта по водонепроницаемости. В соответствии с требованиями ГОСТ 286–82 трубы должны быть водонепроницаемы при давлении воды 0,15 МПа в течение 5 мин, фактически же трубы выдерживают давление в течение 25–30 мин. В этой связи в УП "НИИСМ" проводятся исследования по повышению водонепроницаемости труб и замене привозной глины на местную. Получены положительные результаты, которые будут уточняться в заводских условиях [40].

Трубы бетонные и железобетонные безнапорные изготавливаются в соответствии с СТБ 1163-2012 [83] круглые или с плоской подошвой (рисунок 3.14).

В зависимости от вида, типа стыкового соединения, геометрической формы и пропускного отверстия трубы подразделяют на следующие типы:

Т(БТ) – железобетонные (бетонные) цилиндрические раструбные со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами методом зачеканки;

ТП (БТП) – то же, с подошвой;

ТБ (БТБ) – железобетонные (бетонные) цилиндрические раструбные с упорным буртиком и стыковыми соединениями, уплотняемыми манжетами;

ТБП (БТБП) – то же, с подошвой;

ТФ (БТФ) – железобетонные (бетонные) цилиндрические фальцевые со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками;

ТФП (БТФП) – то же, с подошвой;

ТБО (БТБО) – железобетонные (бетонные) раструбные с упорным буртиком и стыковыми соединениями, уплотняемыми манжетами, овалоидальные;

ТФО (БТФО) – железобетонные (бетонные) фальцевые со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками, овалоидальные.

Безнапорные железобетонные трубы изготавливают армированными без предварительного напряжения арматуры и предварительно напряженными.

Основные размеры труб:

– номинальный диаметр DN – 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2200, 2400, 2700, 3000 мм;

– полезная длина: при $DN \leq 1000$ – не менее 1000, с кратностью 250; при $DN > 1000$ – не менее 2000, с кратностью 500.

Длина бетонных цилиндрических труб не должна превышать их шестикратного наружного диаметра.

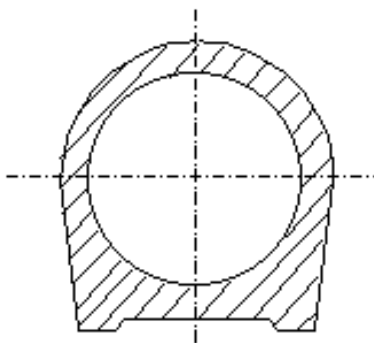


Рисунок 3.14 – Труба бетонная с плоской подошвой

Марка состоит из трех буквенно-цифровых групп, разделенных дефисом. В первой группе приводят обозначение типа трубы, ее номинальный диаметр DN в сантиметрах, а для овалоидальных труб – отношение (в виде дроби) большего номинального диаметра к меньшему ($DN1/DN2$) в сантиметрах и полезную длину l в дециметрах; во второй – группу по несущей способности, обозначаемую арабскими цифрами; в третьей (при необходимости), – дополнительные характеристики труб:

- стойкость к воздействию агрессивной среды, характеризующуюся показателями проницаемости бетона, обозначаемую прописными буквами: Н – нормальная (допускается не указывать), П – пониженная, О – особо низкая; вид среды (Щ – щелочная, К – кислотная, Х – хлорсодержащая, С – сульфатсодержащая); класс среды по условиям эксплуатации, определяемый степенью агрессивности данной среды (в скобках) по ТКП45-2.01-111;

- показатель стойкости внутреннего защитного покрытия, обозначаемый строчными буквами: х – химически стойкое, хк – кислотостойкое, хщ – щелочестойкое;

- наличие закладных изделий, обозначаемых цифрами (количество) и строчными буквами: а – анкеры; м – закладные изделия электрокоррозионной защиты;

- диаметр приточного отверстия в сантиметрах.

Примеры условного обозначения (марки) труб:

1 Труба железобетонная цилиндрическая раструбная со стыковым соединением, уплотняемым герметиками, номинальным диаметром 300 мм, полезной длиной 2000 мм, 1-й группы по несущей способности, изготовленная из бетона пониженной проницаемости, стойкая к воздействию сульфатсодержащей умеренно агрессивной среды:

Т30.20-1-П,С(ХА2) СТБ1163–2012.

2 Труба железобетонная цилиндрическая раструбная с упорным буртиком, со стыковым соединением, уплотняемым манжетой, номинальным диаметром 1000 мм, полезной длиной 2500 мм, 3-й группы по несущей способности, изготовленная из бетона пониженной проницаемости, с внутренним защитным кислотостойким покрытием и двумя закладными изделиями электро-коррозионной защиты:

ТБ100.25-3-П, хк, 2м СТБ1163–2012.

3 Труба железобетонная цилиндрическая раструбная с упорным буртиком, со стыковым соединением, уплотняемым манжетой, с подошвой, номинальным диаметром 2400 мм, полезной длиной 2500 мм, 4-й группы по

несущей способности, с двумя закладными анкерами и приточным отверстием диаметром 300 мм:

ТБП240.25-4-2а, Ø30 СТБ1163–2012.

4 Труба бетонная раструбная с упорным буртиком, со стыковым соединением, уплотняемым манжетой, овалоидальная, с наибольшим и наименьшим номинальными диаметрами 1400 мм и 800 мм соответственно, полезной длиной 2000 мм, 4-й группы по несущей способности, с двумя закладными анкерами и приточным отверстием диаметром 300 мм:

БТБО140/80.20-4-2а, Ø30 СТБ1163–2012.

Трубы железобетонные напорные со стальным сердечником изготавливаются в соответствии с ГОСТ 26819–86 [20] диаметром 250–600 мм, длиной 5 и 10 м.

Стальной сердечник трубы состоит из цилиндра и приваренных к нему калиброванных соединительных колец – раструба и втулки. После нанесения методом центрифугирования внутреннего слоя бетона трубы на сердечник навивают спиральную напрягаемую арматуру, а затем методом силового набрызга наносят наружный слой бетона трубы.

Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные изготавливаются из тяжелого бетона и предназначены для прокладки напорных трубопроводов для транспортирования жидкости температурой не выше 40 °С с неагрессивной и агрессивной степенью воздействия на железобетонные конструкции в соответствии с СТБ1986-2009 [89]. Имеют внутренний диаметр 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм.

Трубы в зависимости от значения расчетного внутреннего давления в трубопроводе подразделяют на три класса: I – на давление 1,5 МПа; II – на давление 1,0 МПа; III – на давление 0,5 МПа. Прочностные характеристики труб должны обеспечивать их эксплуатацию с расчетным внутренним давлением для соответствующего класса, указанного в рабочих чертежах.

Марка трубы состоит из буквенно-цифровых групп, разделенных дефисами. В первой группе указывают сокращенное наименование трубы и диаметр условного прохода трубы в дециметрах. Во второй группе указывают класс трубы (I–III). Для труб с внутренним давлением, превышающим расчетное значение, вторую группу дополняют строчной буквой «у», а для труб с закладными изделиями – строчной буквой «к».

Примеры условного обозначения (марки) трубы:

1 Труба железобетонная виброгидропрессованная с диаметром условного прохода 800 мм, I класса:

ТН80–I–СТБ1986–2009.

2 Труба железобетонная виброгидропрессованная с диаметром условного прохода 1200 мм, II класса, предназначенная для трубопроводов с внутренним давлением 1,3 МПа, с закладными изделиями:

ТН120–II ук–СТБ1986–2009.

Преимущества и недостатки бетонных и железобетонных труб приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Преимущества и недостатки бетонные и железобетонные трубы

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none">1 Широта сортамента – минимальный пропускной диаметр бетонных труб 100 мм, а максимальный – 2400 мм.2 Стойкость к агрессивным средам: в бетон добавляют особые присадки, улучшающие сопротивляемость бетона и к щелочам, и к кислотам, поэтому в бетонные трубопроводы можно сбрасывать не только коммунальные, но и промышленные стоки.3 Высокая прочность: изделия из железобетона выдерживают линейные нагрузки от 0,1 до 88 кН/м, и внутреннее давление от 0,1 до 2 МПа.4 Широта применения: существуют и безнапорные и напорные трубопроводы из бетона. Причем трубы железобетонные напорные изготавливаются как из «чистого» бетона, так и с полимерными или стальными вставками. Втулки из стали или пластика повышают стойкость труб к агрессивным средам и внутреннему давлению.5 Несколько вариантов монтажа стыков: можно соединять и в раструб, и в фальцы	<ol style="list-style-type: none">1 Большой вес: железобетонное изделие длиной от 2,5 до 5 м весит не одну сотню килограммов, что затрудняет монтаж.2 Необходимость подготовки опорного грунта под трубопроводом: значительный вес труб вынуждает усиливать площадку подсыпками из песчано-гравиевых смесей, иначе почва попросту просядет, нарушая уклон магистрали. Поэтому некоторые разновидности труб имеют подошву

Бетонные и железобетонные трубы соединяются с помощью раструбно-го и фальцевого соединения (рисунок 3.15).

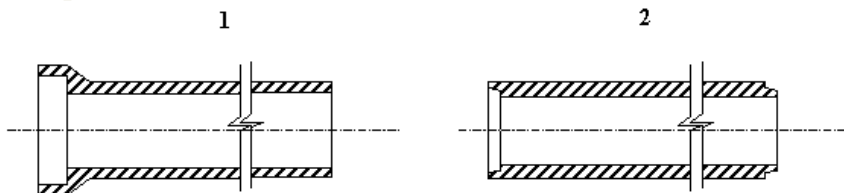


Рисунок 3.15 – Бетонные и железобетонные трубы:
1 – раструбная, 2 – фальцевая

Стык в раструбном соединении до половины заделывается просмоленной коньковой прядью, а затем заливается асфальтовой мастикой. Стык фальцевого соединения заделывают цементно-песчаным раствором или мастикой.

Хризотилцементные трубы. Безнапорные и напорные хризотилцементные трубы и муфты изготавливаются диаметром 100–500 мм, длиной 2,95; 3,95; 5,0 м в соответствии с ГОСТ 31416–2009 [21].

Условное обозначение хризотилцементных безнапорных труб (муфт) состоит из буквенного выражения БНТ (БНМ), обозначения условного прохода в миллиметрах, длины трубы в миллиметрах и обозначения стандарта ГОСТ 31416–2009.

Примеры условных обозначений.

– хризотилцементной безнапорной трубы условным проходом 100 мм и длиной 3950 мм:

БНТ 100-3950 ГОСТ 31416–2009.

Соединяются трубы с помощью муфт (рисунок 3.16). *Муфта* – это отрезок трубы большего диаметра. Пространство между муфтой и трубой заполняется пеньковой прядью, асфальтовой мастикой или цементным раствором. В качестве уплотнителя применяются резиновые кольца.

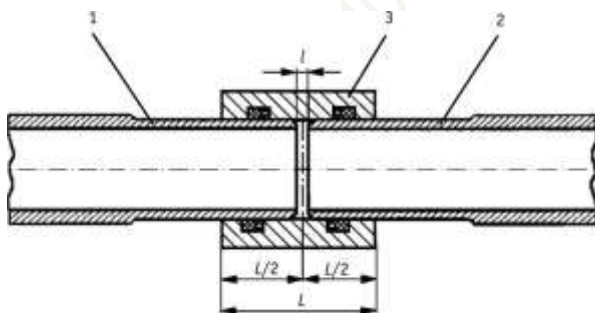


Рисунок 3.16 – Соединение хризотилцементной трубы:

L – длина муфты; l – монтажный зазор; 1, 2 – хризотилцементные трубы;
3 – хризотилцементная муфта

Преимущества и недостатки хризотилцементных труб приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Преимущества и недостатки хризотилцементных труб

Преимущества	Недостатки
1 Небольшая стоимость 2 Легкие 3 Низкая теплопроводность 4 Гладкая внутренняя поверхность 5 Легкость монтажа	1 Хрупкость 2 Истираемость песком

Чугунные трубы напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья в соответствии с ГОСТ 9583–75 [21] диаметром 65–1000 мм, длиной 2–10 м.

Примеры условных обозначений:

– труба мерной длины $L = 6000$ мм, диаметром 150 мм, класса Б: Труба ЧНР 150 × 6000 Б ГОСТ 9583–75;

– то же, немерной длины, диаметром 400 мм, класса ЛА: Труба ЧНР 400 ЛА ГОСТ 9583–75.

В Республике Беларусь эти трубы производятся на ЗАО «Белтепломашстрой» (г. Минск).

Преимуществом чугунных труб является долговечность, высокая коррозионная стойкость, значительная толщина стенок. Чугунные канализационные трубы дороже, но для канализации гораздо эффективнее стальных. Максимальный эффект от труб из чугуна будет при использовании их в качестве стояков и прокладки наружной канализационной системы.

Недостатки чугунных труб – это их большой вес, что затрудняет монтаж (к тому же их нужно очень прочно скреплять между собой). Также внутренние стенки трубы имеют шероховатости, поэтому риск налипания отходов и, как следствие, снижения пропускной способности очень велик (особенно зимой).

В городах и городских поселках с большими статическими и динамическими нагрузками на грунт продолжают использовать модифицированные чугунные трубы для наружной канализации с внутренним покрытием цементно-песчаными составами или полимерами (рисунок 3.17) для уменьшения шероховатости поверхности и рисков образования наслоений и «зарастания» трубы.

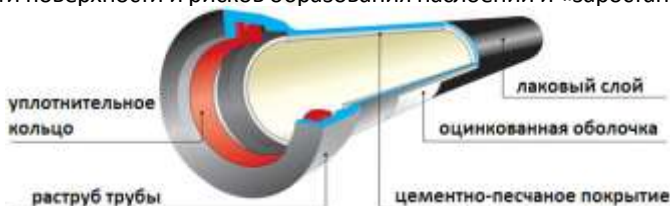


Рисунок 3.17 – Трубы для наружной канализации магистральных трубопроводов из модифицированного чугуна [18]

Соединения чугунных труб больших диаметров – раструбное или с помощью сварки.

Чугунные трубы для наружной канализации имеют большую кольцевую жесткость и стойкие к подземной коррозии, в том числе питтинговой, из-за блуждающих токов при выполнении соответствующих мероприятий по превентивной защите.

Трубы стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием изготавли-

ваются в соответствии с СТБ 1497–2004 [85]. Применяются для прокладки сетей водоотведения при пересечении железных, автомобильных дорог, строительстве дюкеров, прокладке напорных линий, в зоне санитарной охраны, пересечении фундаментов зданий и в случаях, когда предъявляются повышенные требования к герметичности труб и возможны большие нагрузки.

В качестве прогрессивной альтернативы чугунным трубам, для наружной канализации применяют *полиэтиленовые или полипропиленовые трубы*:

1) трубы напорные из полиэтилена, выпускаются по ГОСТ 18599–2001 [19] диаметрами 10–1200 мм, рабочим давлением 0,5–1,0 МПа. Изготавливаются в прямых отрезках или бухтах и на катушках. Диаметр 180 мм и более изготавливаются только в прямых отрезках длиной 5–24 м, причем длина должна быть кратна 0,25 м;

2) трубопроводы пластмассовые для безнапорного подземного дренажа и канализации из поливинилхлорида непластифицированного, изготавливаются в соответствии в СТБ ЕН 1401-1–2012 [88] диаметрами 110–1000 мм в виде прямых отрезков длиной 5–24 м (длина должна быть кратна 0,25). В Республике Беларусь данные трубы производит Унитарное предприятие «СТС-Белполипластик» (г. Витебск);

3) трубы из непластифицированного поливинилхлорида и фасонные части к ним для наружных систем канализации, выпускаются в соответствии с ТУ РБ 101475891.385–2004 [109];

4) трубы и фасонные части из блоксополимера пропилена для систем наружной канализации – ТУ 2248-050-00284581–2002 [108];

5) трубы и фасонные части из полиэтилена для систем наружной канализации – ТУ 2248-058-00284581–2003.

На рынке трубопроводов из полимерных материалов наиболее популярны трубы «Прагма», «Корсис» (рисунок 3.18) и «Пештан», являющиеся самыми современными трубами, которые предназначены для сточной безнапорной канализации. Они обладают рядом преимуществ: достаточно надежны, имеют небольшой вес, обладают износостойкостью, не подвергаются коррозии, достаточно просто монтируются, не обрастают отложениями. Внешне они похожи, так как имеют гофрированную внешнюю



Рисунок 3.18 – Сравнение труб «Прагма», «Корсис»

поверхность, которая позволяет увеличить допустимое давление на трубу извне, например, окружающего грунта, гладкую внутреннюю сторону, которая

позволяет предотвратить образование внутри трубы различных наростов и, как следствие, ее закупорку.

Соединения полиэтиленовых труб для наружной канализации в раструб с интегрированными в него электронагревательными элементами для сварки электрофузионным методом или с помощью соединительных муфт с уплотнениями приведено на рисунке 3.19.

МОНТАЖ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ (ПП) ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ СИСТЕМ БЕЗНАПОРНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТИНГОВ



СОЕДИНЕНИЕ ГОФРИРОВАННЫХ ПП ТРУБ С ГЛАДКИМИ ТРУБАМИ ИЗ ПВХ



РЕЗКА ТРУБЫ И УСТАНОВКА УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА



Резка трубы производится простой пилой между ребрами жесткости.



В крайний паз перед последним ребром устанавливается уплотнительное кольцо.

Рисунок 3.19 – Гофрированная полипропиленовая труба «Политрон» для наружных систем безнапорной канализации

http://nevapipe.ru/assets/images/images/Pragma_montazh_2.jpg

Для наружной канализации автономных систем водоотведения частных домов с септиками и/или дренажными колодцами/полями в настоящее время применяются в основном полимерные трубы. Как правило, трубы одно- или двух-трехслойные, гладкие, соединяются в раструб, идеально согласуются с пластиковыми септиками и смотровыми и дренажными колодцами.

3.1.6 Установка сооружений на сетях водоотведения

Оборудование любых **систем канализаций** специальными сооружениями для контроля, ремонта, обслуживания или функциональных нужд предусмотрено нормативными требованиями. Каждое сооружение подобного рода имеет свое предназначение и способ устройства канализационного колодца. Канализационные колодцы различаются:

- по *сети* – колодцы могут устраиваться на любых водоотводящих сетях: бытовых и промышленных стоков; дренажные; ливневые;
- *материалу изготовления* – бетонные; кирпичные; полимерные;
- *назначению* – перепадные; смотровые; с изменением направления потока (поворотные; узловые); прямоточные (линейные, контрольные, промывные).

Смотровым колодцем или камерой (рисунок 3.20) называют шахту, расположенную над водоотводящим трубопроводом, внутри которой труба или коллектор заменены открытым лотком. С помощью смотровых колодцев осуществляется наблюдение за работой сети в процессе эксплуатации, осмотр сети, а в случае необходимости ее прочистка и промывка.

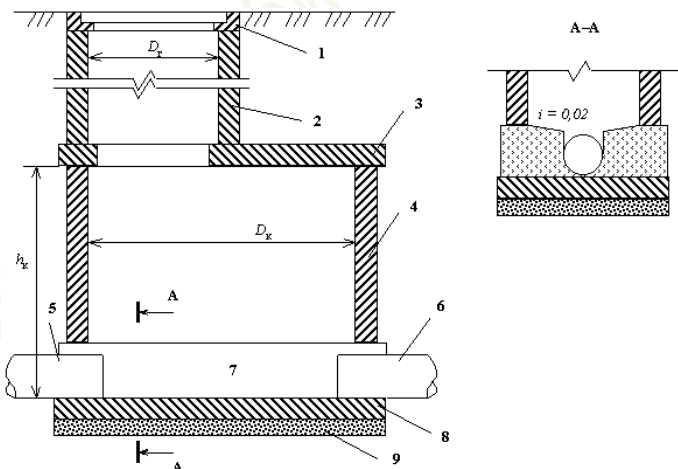


Рисунок 3.20 – Смотровой колодец с основными элементами:

- 1 – люк с крышкой; 2 – горловина колодца; 3 – плита перекрытия; 4 – рабочая камера;
 5 – подводящая труба; 6 – отводящая труба; 7 – открытый лоток; 8 – плита дна;
 9 – песчаная подготовка

Смотровой колодец устраивается:

- в местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети;
- местах поворота трассы;
- при изменении уклона и диаметра труб;
- в местах присоединения ответвлений;
- в случае установки на напорных трубопроводах задвижки, вантузов, выпусков и компенсаторов;
- на прямых участках на расстояниях в зависимости от диаметра труб: 150 мм – 35 м, 200–450 мм – 50 м, 500–600 мм – 75 м, 700–900 мм – 100 м, 1000–1400 мм – 150 м, 1500–2000 мм – 200 м, свыше 2000 мм – 250–300 м.

Смотровые колодцы устраиваются из сборного железобетона в соответствии с СТБ 1077–97 [82], монолитного железобетона, кирпича (при небольшой объеме выполняемых работ, так как это удорожает стоимость строительства на 10–15 %), пластика (поливинилхлорида, полиэтилена; полипропилена).

На сетях бытовой, производственной и дождевой канализации из пластмассовых диаметром не более 400 мм допускается устройство смотровых колодцев из пластмассовых труб. При этом диаметр колодцев для труб диаметром до 300 мм должен быть не менее 300 мм, диаметром 350, 400 мм – не менее 400 мм [105].

Элементы колодцев должны выполняться из пластмассовых деталей заводского изготовления.

Соединения трубопроводов разных диаметров следует предусматривать в колодцах по шельгам труб. При обосновании допускается соединение труб по расчетному уровню воды [105] (рисунок 3.21).

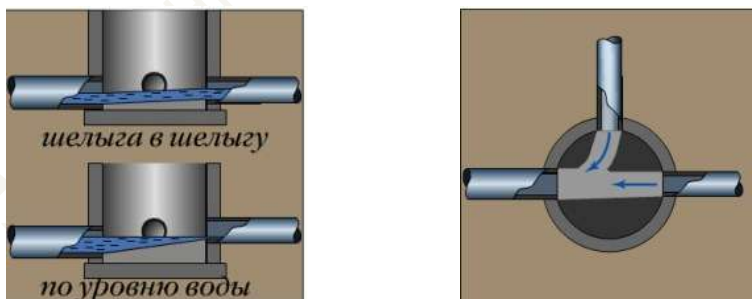


Рисунок 3.21 – Соединение труб в колодце

В зависимости от назначения и места расположения смотровые колодцы подразделяются:

– на *линейные* – устраиваются на прямолинейных участках сети, предназначены для периодического осмотра и прочистки сети;

– *узловые* – устраиваются в местах соединения двух или трех водопроводов; на крупных коллекторах узловые колодцы называют соединительными камерами;

– *поворотные* – предусматриваются в случае изменения направления трассы трубопровода, причем для устранения большого гидравлического сопротивления необходимо, чтобы угол между присоединяемой и отводящей трубами был не менее 90° , а радиус поворота – от 1 до 5 диаметров труб, лоток такого колодца плавно искривлен;

– *контрольные* – устраиваются в местах присоединения дворовой (внутриквартальной) или производственной сети к уличной;

– *промывные* – устраиваются в верхних участках сети, где наблюдаются малые расходы, служат для периодической промывки этих участков, поскольку там устанавливаются малые скорости, способствующие выпадению значительного количества осадков

Перепадные колодцы – сооружения, предназначенные для сопряжения трубопроводов на различных отметках (рисунок 3.22).

Необходимость устройства перепадных колодцев может возникнуть:

– при присоединении боковых веток к коллекторам или внутриквартальных сетей к уличным (рисунок 3.23, а);

– пересечении с инженерными сооружениями и подземными препятствиями (рисунок 3.23, б);

– затопленных выпусках в последнем перед водоемом колодце (рисунок 3.23, в);

– для уменьшения глубины заложения трубопроводов;

– во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточной воды или резкого изменения этой скорости (рисунок 3.23, г).

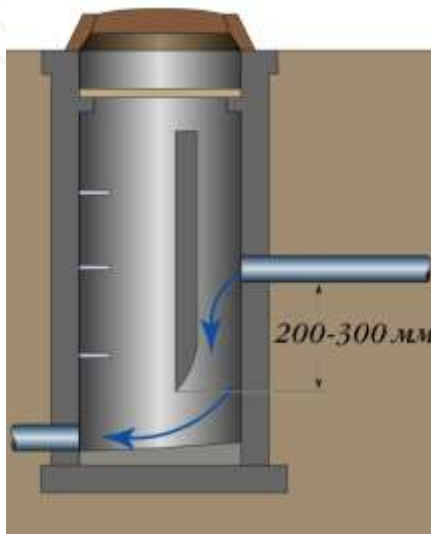


Рисунок 3.22 – Перепадный колодец

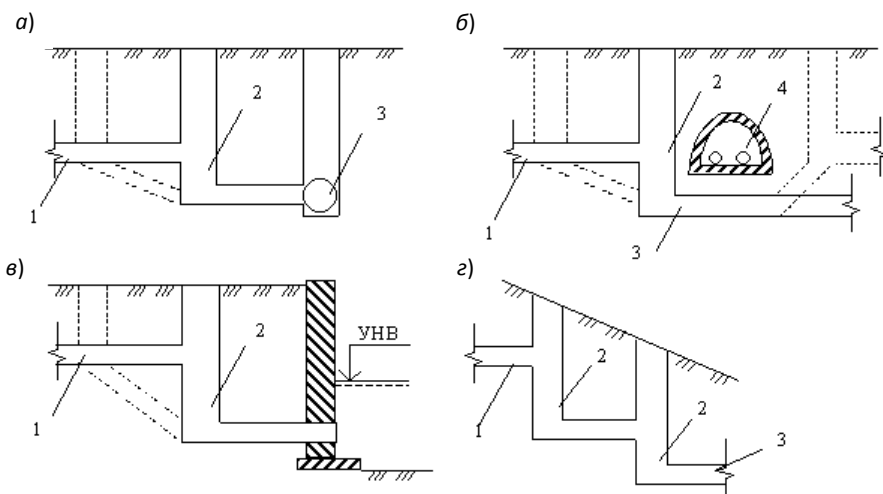


Рисунок 3.23 – Случаи установки перепадных колодцев:

1 – подводящий трубопровод, 2 – перепадной колодец,
3 – отводящий трубопровод, 4 – препятствие

По конструкции перепады делятся на следующие типы:

- с водосливом практического профиля и водобойным колодцем в нижнем бьефе (рисунок 3.24, а);
- трубчатые, которые бывают различной конструкции, но с обязательной вертикальной трубой (рисунок 3.24, б);
- с отбойно-водосливной стенкой (рисунок 3.24, в);
- шахтные многоступенчатые различных конструкций. Гашение падающей энергии происходит на каждой ступени (рисунок 3.24, г);
- быстротоки – короткие каналы с большим уклоном (рисунок 3.24, д).

На трубопроводах диаметром до 600 мм перепады высотой до 0,5 м допускается осуществлять без устройства перепадного колодца – путем слива в смотровом колодце [105]. Перепады высотой до 3 м на трубопроводах диаметром 600 мм и более следует принимать в виде водосливов практического профиля [105], а перепады высотой до 6 м на трубопроводах диаметром до 500 мм включительно следует осуществлять в колодцах в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода [105].

В колодцах над стояком необходимо предусматривать приемную воронку, под стояком – водобойный приямок с металлической плитой в основании.

Для стояков диаметром до 300 мм допускается установка направляющего колена взамен водобойного прямка [105].

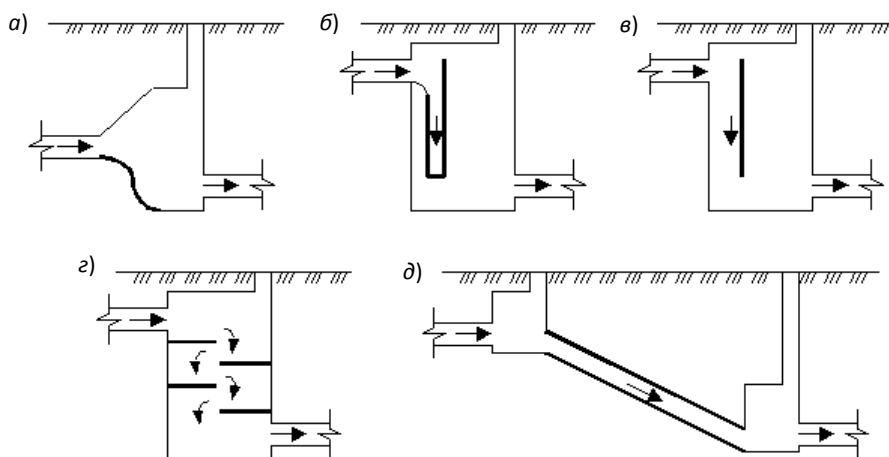


Рисунок 3.24 – Типы перепавов

Канализационные насосные станции (КНС) представляют собой целый комплекс оборудования и сооружений, которые обеспечивают отвод канализационных сточных вод от промышленных предприятий, жилых частных домов и небольших населенных пунктов. Устанавливается КНС в том случае, если невозможно обеспечить отведение сточных вод самотеком. В ее задачи входит перекачивание жидкости к очистным сооружениям. Схематично КНС выглядит как приемный резервуар с машинным отделением, в котором установлены насосы. Наличие на самотечных коллекторах насосных станций исключает необходимость глубокого прокладывания сточных труб и канализационных колодцев. По *назначению* КНС подразделяют:

- на *главные*, предназначенные для перекачивания канализационных сточных вод от всего объекта канализавания на очистные сооружения;
- *районные*, обеспечивающие отведение сточных вод к очистным сооружениям или к ближайшему коллектору в определенной части промышленной или жилой территории;
- *местные*, предназначенные для перекачки сточных вод от отдельных объектов.

Местные и районные КНС перекачивают воду от низких отметок к более высоким.

По расположению КНС может быть заглубленной; наземной; частично заглубленной.

В зависимости от характера управления оборудованием КНС делятся на три вида:

– *дистанционные* – контроль и регулирование их работы происходит из удаленного диспетчерского пункта;

– *автоматические* – управление осуществляется приборами и устройствами, работа которых автоматизируется при поднятии уровня воды выше определенной отметки. При возможной аварии или поломке основного насоса предусмотрено включение резервного оборудования;

– *с ручным управлением* – любые операции выполняет обслуживающий персонал.

По виду перекачиваемых стоков КНС подразделяются на четыре группы:

1) *для бытовых сточных вод* – устанавливаются на коллекторах, отводящих сточные воды от жилых и общественных зданий;

2) *промышленных сточных вод*. К ним предъявляются определенные требования в зависимости от состава перекачиваемой жидкости. Некоторые конструкции и оборудование требуют периодической промывки и защиты от агрессивной среды;

3) *сетей дождевой канализации* – устанавливаются, если дождевые сточные воды невозможно отвести самотеком;

4) *осадков сточных вод* – входят в состав сооружений, предназначенных для очистки сточных вод и обработки осадка.

Наличие всех станций в одной схеме совсем не обязательно. Все зависит от пропускной способности трубопроводов, рельефа местности и возможности отведения сточных вод самотеком.

Местоположение насосных станций определяется при выборе схемы водоотведения на основании технико-экономического расчета.

Необходимость в устройстве КНС возникает в следующих случаях:

– при достижении максимальной отметки или глубины заложения;

– открытом способе производства работ;

– глубинах заложения в сухих грунтах 7–8 м, мокрых – 5–6 м.

Насосные станции допускается располагать в пределах жилой застройки на расстоянии не менее 20–30 м от жилых домов.

В состав КНС входят:

– приемный резервуар, оборудованный решетками;

– машинное отделение с насосами;

– производственно-вспомогательное и бытовое помещения.

Насосы необходимо устанавливать только под заливом перекачиваемой жидкостью [105] (рисунок 3.25).

Делать выбор в пользу конкретной модели КНС необходимо после подсчёта качественных показателей и определения характеристик её использования. В частности, важную роль играет объём поступающих на станцию стоков, а также вид подлежащей перекачке жидкости.

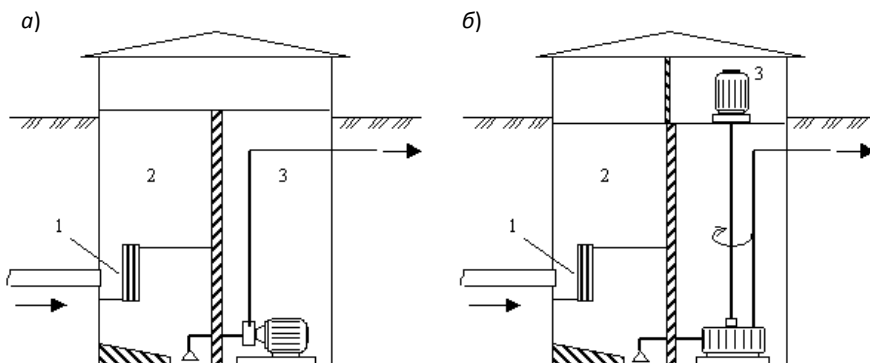


Рисунок 3.25 – Насосные станции шахтного типа:
а – с горизонтальными насосами, б – с вертикальными насосами, 1 – решетки, 2 – приемный резервуар, 3 – машинное отделение.

При расчетах и проектировании канализационных станций учитывают следующие факторы: глубину расположения подводящего коллектора; регулярность и объём сточных вод; уровень грунтовых вод; тип устанавливаемого оборудования; способ управления насосами и задвижками и др.

3.1.7 Проектирование водоотводящих сетей

Проекты систем водоотведения разрабатываются на основе предпроектных разработок и задания на проектирование, составляемое организацией-заказчиком. В задании указывается состав и объём проекта, очередность строительства, требования по защите окружающей среды, основные исходные данные, ожидаемые технико-экономические показатели.

К **исходным данным** относятся:

- число жителей населенных пунктов, плотность населения;
- характер жилой застройки по степени благоустройства;
- производительность предприятий местной промышленности и коммунальных предприятий;

- вид промышленных предприятий, их производительность;
- число работающих на предприятиях по сменам, принимающих душ, количество и состав производственных сточных вод, режим их отведения;
- геологические, гидрогеологические и метеорологические данные о территории объекта;
- гидрологические данные о водоемах, расходы, скорости движения и уровни воды, её физико-химический состав;
- данные о водопользовании водоёмами;
- сведения о промышленных предприятиях и населенных пунктах, расположенных на 20–40 км выше и ниже по реке и другие данные;
- топографические материалы: ситуационные планы в масштабах 1:25000–1:50000 с горизонталями через 5 м, проекты планировки населенных пунктов в масштабах 1:2000–1:500 с горизонталями через 0,5–1,0 м, планы площадок под очистные сооружения и места выпуска сточных вод.

Для получения дополнительных материалов должны производиться необходимые обследования и инженерные изыскания.

Проектирование систем водоотведения осуществляется в одну или две стадии. При двухстадийном проектировании сначала разрабатывается технический проект, а затем рабочие чертежи. Двухстадийное проектирование осуществляется только для крупных и сложных промышленных комплексов. При одностадийном проектировании выполняется технорабочий проект.

Проект разрабатывается с учетом развития города на 20–25 лет. Этот срок носит название расчетного периода. Расчетный период обычно разбивается на две очереди. Первая очередь рассчитывается на срок до 10 лет. Сюда входит проектирование и строительство, обслуживание сетей и сооружений, составляющих 30–50 % общей мощности. В течение одной очереди производится проектирование второй очереди.

Плотность населения и расчетное население. Расчетное население – это число жителей, которое будет проживать в городе или населенном пункте к концу расчетного периода. Нужно заметить, что величина расчетного населения рассчитывается не на текущее время проектирования, а на 20–25 лет вперед, так как предполагается, что население будет расти и через некоторое время запроектированная и построенная система водоотведения будет уже не в состоянии нормально функционировать из-за возросших расходов сточной воды. Поэтому и вводится понятие т. н. расчетного периода – промежутка времени, в продолжение которого водоотводящая сеть будет иметь необходимую пропускную способность, и удовлетворять своему назначению без реконструкции. Для городов и населенных пунктов

он составляет 20–25 лет, а для промышленных предприятий – это расчетный срок работы на полную производительность.

Расчетное население определяется по плотности населения, т.е. числу жителей на 1 га канализуемой территории. Различают два вида плотности населения:

1 – по *селитебельной территории* ρ_c – средняя плотность по всей территории, на которой проживает население. По этой плотности исчисляют расход сточных вод для всего города или большого района;

2 – *жилого квартала или микрорайона* ρ_k – плотность, при которой учитывается площадь застройки только отдельных кварталов. Эту плотность учитывают при детальном расчете наружной водоотводящей сети.

Плотность населения зависит от этажности зданий, нормы жилой площади и др. параметров. Расчетное население определяется по формуле

$$N_p = \sum \rho F \beta, \quad (3.1)$$

где ρ – плотность населения, F – площадь территории с одинаковой плотностью населения, β – коэффициент обслуживания водоотводящей сетью.

Нормы водоотведения и режим поступления сточных вод. Практикой установлено, что количество отводимых сточных вод приблизительно равно количеству расходуемой воды.

Удельным водоотведением (или нормой водоотведения) называется среднесуточное (за год) количество воды, расходуемое на 1 жителя, пользующегося системой водоотведения (л/сут·ч). На промышленных предприятиях удельным водоотведением называется количество сточных вод, образующееся при выпуске единицы продукции.

Считается, что удельное водоотведение равно удельному водопотреблению, поэтому величина удельного водоотведения принимается по ТКП 45-4.01-32–2010 в зависимости от степени благоустройства районов и местных условий. В эту норму входит количество воды, потребляемое в быту и потребляемое на коммунальных предприятиях. Исключения составляют больницы, санатории, дома отдыха, гостиницы, гаражи и промышленные предприятия. В неканализованных районах удельное водоотведение принимается из расчета 25 л/сут на 1 жителя.

На промышленных предприятиях различают удельное водоотведение бытовых сточных вод, которое равно 45 л/смену для горячих цехов (с тепловыделением более 80 кДж/ч на 1 м³) и 25 л/смену – для холодных, а так-

же водоотведение душевых стоков – 500 л/смену при продолжительности 45 мин.

Неучтенные расходы допускается принимать в размере 5 % от суммарного среднесуточного водоотведения населенного пункта.

Известно, что водоотведение стоков, как и водопотребление, в течение времени происходит неравномерно. Например, в ночное время водоотведение ниже, чем в дневное и т. д. Различают неравномерность суточного и часового водоотведения, которые характеризуют *коэффициентами неравномерности*:

1) *суточной* – это отношение максимального суточного расхода Q_{\max} к среднесуточному расходу Q_{mid} (за год):

$$K_1 = Q_{\max} / Q_{\text{mid}}; \quad (3.2)$$

2) *часовой* – отношение максимального часового расхода $q_{\max(m)}$ к среднему часовому расходу $q_{\text{mid}(m)}$ в сутки максимального водоотведения:

$$K_2 = q_{\max(m)} / q_{\text{mid}(m)}; \quad (3.3)$$

3) *общей* максимальной – произведение первых двух:

$$K_{\text{gen max}} = K_1 K_2. \quad (3.4)$$

Значения этого коэффициента приведены в ТКП [105] в зависимости от среднего расхода. При промежуточных расходах коэффициент неравномерности находят интерполяцией. Коэффициент часовой неравномерности для горячих цехов промышленных предприятий равен 2,5, а для холодных – 3,0.

Коэффициенты неравномерности водоотведения производственных сточных вод следует принимать в соответствии с техническим заданием.

Для более точного определения истинного максимального расхода строят графики колебания расходов сточных вод для города совместно с предприятиями. Имеются уже готовые таблицы изменения расхода бытовых стоков по часам суток, которые построены на основе опытных данных по эксплуатации сетей и насосных станций.

Общие графики колебания расходов сточных вод, как и графики водоснабжения, строятся по часам суток на основе графиков поступления бытовых сточных вод, производственных, душевых и бытовых стоков с промышленных предприятий.

Важной задачей при проектировании и реконструкции водоотводящих сетей является **определение расчетных расходов сточных вод**.

Расчетный расход – это максимальный расход сточных вод, пропуск которого должны обеспечить водоотводящие сооружения на расчетный период. Расчетные расходы бывают суточными, часовыми и секундными. Суточные и часовые наиболее часто выражаются в кубических метрах, а секундные – в литрах.

Общие расходы определяются по формулам, м³/сут:

– *средний суточный* –

$$Q_{\text{mid}} = Nq_n / 1000, \quad (3.5)$$

где q_n – удельное водоотведение, л/сут·ч;

– максимальный суточный –

$$Q_{\text{max}} = Nq_n K_1 / 1000. \quad (3.6)$$

Более подробно расчет изложен в литературе [103, 105].

Определяют расчетный расход на каждом участке сети с учетом коэффициента общей неравномерности притока, притом «сверху вниз», то есть от начальных участков каждого коллектора. Эти участки называются «верховыми» и имеют только путевой расход. К ним могут быть присоединены и сосредоточенные расходы.

После определения расходов на участках сети следующим этапом в проектировании является гидравлический расчет сети. Он включает:

- назначение начальных глубин заложения трубопроводов;
- подбор и определение уклона, диаметра, наполнения и скорости на расчетном участке, выполняемые с учетом всех необходимых требований;
- определение отметок дна трубопровода, поверхности воды, шельги трубы и глубины заложения во всех расчетных точках и местах соединения трубопровода.

Требования к высотному проектированию водоотводящих сетей:

- глубина заложения в любой точке сети должна быть больше или равна минимально возможной глубине заложения и не должна быть больше максимально возможной глубины;
- скорость на участке должна быть не менее незаиливающей скорости и одновременно не менее скорости на предыдущем участке, а также не должна быть больше максимально возможной для данного вида труб;
- для труб диаметром 150 и 200 мм уклон трубопровода должен быть не меньше минимального.

Гидравлический расчет отдельных участков и высотное проектирование ведется по известным формулам, номограммам и таблицам.

В практике проектирования систем водоотведения решаются две задачи: проектирование их систем или расширение существующих. Основным материалом для разработки проекта водоотводящей сети является проект районной планировки или проект планировки и застройки города. Для проектирования сети промышленного предприятия необходим генеральный план. Границы канализуемой территории в населенном пункте определяются обычно в пределах размещения застройки.

Проектирование начинается с разбивки территории города на бассейны водоотведения и выбора системы и схемы водоотведения. Затем определяется место расположения канализационных очистных сооружений и место выпуска очищенных стоков. Следующий этап – трассировка сети по бассейнам водоотведения. Для этого намечают трассу главного коллектора, трассы коллекторов бассейнов водоотведения, выявляют районы, для которых требуется перекачка стоков, выбирают площадки для размещения насосных станций и намечают принципиальную схему водоотведения.

Водоотводящие сети населенных мест и промышленных предприятий проектируются самотечными. Только при большом заглублении сети устраивают насосные станции, которые перекачивают сточные воды из глубоких коллекторов или на очистные сооружения, или в коллекторы, имеющие более мелкое заложение. Число насосных станций зависит от рельефа местности, гидрогеологических условий и других особенностей. В некоторых случаях при пересеченном рельефе местности оказывается целесообразным вместо устройства станций перекачки проложить тоннель небольшого протяжения, пересекающий местную возвышенность.

В крупных городах значительную сложность представляет собой реконструкция уже существующих систем водоотведения. По ряду технических, экологических и экономических причин в крупных городах часто бывает нерациональным проектировать самотечно-напорные схемы водоотведения с небольшим заглублением. Поэтому в этих случаях укладывают т.н. коллекторы глубокого заложения, которые находятся на глубине нескольких десятков метров в устойчивых и плотных грунтах. Такие коллекторы сооружают методом щитовой проходки, применяемой, например, для строительства метрополитена.

Начальная глубина заложения уличной водоотводящей сети значительно влияет на объем работ и стоимость ее строительства. Наименьшую глубину заложения принимают, исходя из опыта эксплуатации ранее построенных сетей водоотведения в данном районе [79]. При отсутствии этого опыта глубину можно рассчитывать по условию

$$h_{\min} = h_{\text{нр}} - (0,3,0,5) \geq 0,7 + D, \quad (3.7)$$

где $h_{\text{нр}}$ – нормативная глубина промерзания грунта, м; D – диаметр трубы, м.

Если средний уклон рельефа местности меньше среднего уклона дворовой или внутриквартальной сети, то начальная глубина заложения уличной сети может быть определена по схеме на рисунке 3.26.

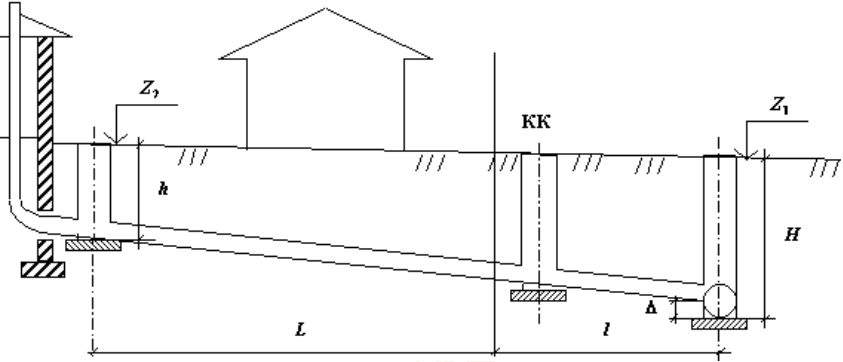


Рисунок 3.26 – Схема подключения дворовой сети к уличной

Начальная глубина

$$H = h + i(L+l) + (Z_1 - Z_2) + \Delta, \quad (3.8)$$

где h – минимальная глубина в наиболее удаленном или невыгодно расположенном колодце во дворе; i – минимальный уклон дворовой сети, принимаемый для труб $d = 150$ мм – 0,008, для труб $d = 200$ мм – 0,007; L – длина дворовой или внутриквартальной водоотводящей ветки до красной линии застройки; l – расстояние от красной линии до линии уличной сети; Z_1 и Z_2 – отметки поверхности земли соответственно у колодца уличной сети и у удаленного колодца; Δ – перепад между дном труб дворовой линии и дном уличной сети.

Максимальная глубина заложения определяется исходя из характеристики грунтов, экономических и технических условий строительства. Обычно в слабых грунтах с высоким уровнем грунтовых вод заглубление бытовой сети допускают до 5,5–6 м, а в суглинках и глинах – 7,5–8 м и более.

3.1.8 Анализ действующих систем водоотведения промышленных предприятий

Системы водоотведения промышленных предприятий подразделяются на общесплавные и раздельные. Особенностью водоотведения для предприятий является то, что на отдельных из них могут образовываться до 5–10 различных видов стоков, отличающихся по расходу, составу и свойствам загрязнений.

При выборе системы водоотведения необходимо учитывать следующие возможности:

- совместной и раздельной очистки отдельных видов стоков;
- извлечения и повторного использования ценных веществ в стоках;
- повторного использования производственных сточных вод в системе оборотного водоснабжения;
- использования очищенных бытовых и дождевых сточных вод;
- использования производственных вод для орошения сельскохозяйственных культур.

Кроме того, необходимо учитывать мощность водоприемника, качество воды в нем, вид водопользования и его самоочищающую способность.

Общесплавная система водоотведения применяется для небольших промышленных предприятий, если производственные стоки близки по составу к бытовым сточным водам и возможно попадание в дождевые стоки промышленных загрязнений. Все категории сточных вод отводятся на единые очистные сооружения.

Раздельные системы водоотведения могут быть различными в зависимости от вида стоков, образующихся на предприятии. Бытовые и дождевые стоки отводятся по самостоятельным сетям. Производственные стоки могут отводиться по нескольким различным системам трубопроводов, в зависимости от категории стоков. В отдельных случаях производственные сточные воды могут отводиться совместно с бытовыми стоками (производственно-бытовая сеть) или дождевыми водами (производственно-дождевая сеть). Существуют следующие раздельные системы:

- с локальными очистными сооружениями – применяется тогда, когда в сточных водах отдельных цехов содержатся специфические загрязнения, для очистки от которых целесообразно устройство отдельных очистных установок;
- частичным оборотом производственных сточных вод – используются при возможности повторного использования некоторых производственных сточных вод с частичной очисткой или для водоснабжения других цехов;

– полным оборотом производственных и бытовых вод – применяют при нехватке воды для целей водоснабжения.

Раздельная система водоотведения с полным оборотом всех категорий сточных вод называется бессточной системой водопользования, или замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия. В зависимости от конкретных условий на предприятиях возможно создание нескольких систем очистки с вариантами объединения различных видов сточных вод. В общем виде замкнутая система водопользования промышленного предприятия включает: локальные оборотные системы; централизованные замкнутые системы; охлаждающие локальные оборотные системы, а также системы последовательного использования воды в двух или нескольких технологических операциях.

Отведение производственных сточных вод по общей или отдельным сетям, а также смешение этих вод с бытовыми сточными водами во многом зависит от того, будет ли в дальнейшем принята их совместная или раздельная очистка. Условия отведения сточных вод определяются также характером загрязняющих веществ.

Количество производственных сточных вод находится в зависимости от производительности предприятия по укрупненным **нормам водоотведения** для различных отраслей промышленности. Нормой водоотведения является установленное среднее количество сточных вод, отводимое от производства в водоем, при целесообразной норме водопотребления. При отсутствии норм водоотведения количество сточных вод определяется по технологическим расчетам в соответствии с регламентом производства.

Для разработки рациональной схемы водоотведения и оценки возможности повторного использования производственных сточных вод изучается их состав и режим водоотведения, при этом анализируются физико-химические показатели сточных вод и режим поступления в канализационную сеть не только общего стока промышленного предприятия, но и сточных вод от отдельных цехов, а при необходимости – и от отдельных аппаратов.

При создании замкнутых систем производственного водоснабжения необходимо:

1 Рассматривать водоснабжение и водоотведение промышленного предприятия как единую систему водного хозяйства промышленного предприятия, единый комплекс, включающий водоснабжение, водоотведение и очистку вод.

2 Использовать для водоснабжения вместо свежей воды в основном очищенные производственные и городские сточные воды, поверхностные

сточные воды. Свежая вода из источников используется для особых целей и восполнения потерь.

3 Обеспечивать очистку сточных вод и регенерацию отработанных растворов с целью их повторного использования в производстве.

4 Применять для восстановления потребительских свойств воды и технологических растворов регенеративные методы очистки, обеспечивающие одновременное извлечение ценных веществ при минимальных затратах.

5 Оценивать возможность и технико-экономическую целесообразность использования воздушного охлаждения, при котором отсутствуют потери воды на испарение и унос ветром.

6 Для промышленных агрегатов и конструкций, работающих в зонах высоких температур применять испарительное охлаждение, позволяющее обеспечить получение пара для энергетических и технических целей при резком уменьшении расходов воды на охлаждение.

При очистке и использовании дождевых вод необходимо их усреднять по расходу. Поверхностный сток и бытовые сточные воды в ближайшие годы могут удовлетворить более 50 % потребности промышленности в воде.

При оценке систем водоотведения промышленных предприятий необходимо учитывать следующие коэффициенты использования воды:

1) *процент использования воды в обороте*

$$K_{\text{в}} = 100W_{\text{об}} / (W_{\text{св}} - W_{\text{об}}) \quad (3.9)$$

где $W_{\text{об}}$ и $W_{\text{св}}$ – количество оборотной и свежей воды. В среднем $P_{\text{об}} = 60 \%$, (для отдельных предприятий от 75 до 95 %);

2) *рациональность использования по коэффициенту использования*

$$K_{\text{и}} = 100(W_{\text{св}} - W_{\text{сбр}}) / W_{\text{св}} \quad (3.10)$$

где $W_{\text{сбр}}$ – количество сбрасываемой воды. В среднем $K_{\text{и}} = 0,27$; на некоторых промышленных предприятиях $K_{\text{и}} = 0,75 \dots 0,87$;

3) *процент безвозвратного потребления и потерь воды в системе водоснабжения от общего ее расхода*

$$P_{\text{пот}} = 100(W_{\text{св}} - W_{\text{об}}) / (W_{\text{св}} + W_{\text{св}} + W_{\text{об}}) \quad (3.11)$$

где $W_{\text{посл}}$ – расход последовательного используемой воды. Среднее значение $P_{\text{пот}} \approx 2,5 \%$ (1,25–3,0 %);

4) коэффициент отведения воды

$$K_o = 100W_{\text{сбр}} / W_{\text{ист}}, K_o \rightarrow 100 \%. \quad (3.12)$$

При разработке систем комплексного водоотведения районов и промышленных комплексов одновременно рассматриваются системы водоотведения нескольких городов и промышленных предприятий, расположенных на сравнительно близком расстоянии друг от друга или связанных между собой географическими, административными или иными связями. Такие системы аналогичны системам промышленных предприятий и тоже бывают общесплавными и разделными.

При разработке систем чаще всего рассматривают следующие варианты комплексного использования воды:

- сточных вод одного предприятия в качестве источников водоснабжения других предприятий;
- концентрированных сточных вод одних предприятий в качестве сырья для производства товарного продукта на других предприятиях;
- очищенных городских сточных вод на промышленных предприятиях в системах технического водоснабжения, для полива, обводнения водоемов и других целей.

При проектировании систем водоотведения районов и промышленных комплексов появляются следующие возможности:

- повышения уровня комплексного решения водохозяйственных вопросов городов и промышленных объектов;
- комплексного использования природных водоемов, ограничения их числа для сброса сточных вод и уменьшения уровня их загрязнения;
- повышения пропускной способности очистных сооружений, на создание которых сокращаются удельные капитальные вложения;
- снижения удельных эксплуатационных затрат на очистку воды;
- повышения уровня эксплуатации очистных сооружений.

Выбор вариантов систем водоотведения должен производиться на основании технико-экономического сравнения вариантов, равноценных в санитарном отношении.

3.1.9 Условия выпуска сточных вод в водоем

Условия выпуска сточных вод в водоемы определяются «**Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами**».

По назначению водные источники делятся:

- на рыбохозяйственные: *первой категории* – объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных пород рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду; *второй категории* – все водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей;
- хозяйственно-бытовые;
- культурно-бытовые.

Правила устанавливают нормативы качества воды водоемов по категориям водопользования:

I – участки водоемов, используемые в качестве источников для централизованного или нецентрализованного питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

II – участки водоемов, используемых для спорта и отдыха населения.

Допустимые изменения состава воды в водоемах и водотоках после выпуска в них очищенных сточных вод приведены в таблице 3.7.

Необходимая степень очистки сточных вод определяется по количеству содержащихся в них взвешенных веществ, потреблению растворенного кислорода смесью сточных вод и вод водоема, изменению активной реакции воды водоема и по другим показателям с учетом самоочищающей способности водоема. *Самоочищение* представляет совокупность процессов, в основном биохимического порядка, в итоге ведущих к восстановлению природных свойств водоема. При самоочищении в водоемах протекают процессы смешения, осаждения, распада, превращения веществ.

Нормативы допустимых концентраций загрязняющих веществ по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК₅), показателю химического потребления кислорода (ХПК), взвешенным веществам, аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему устанавливаются в зависимости от массы органических веществ, содержащихся в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, выраженной по эквивалентному населению (ЭН) или по показателю БПК₅, кг/сут [94]. *Эквивалент населения* (ЭН) – показатель, отражающий массу

органических веществ в составе сточных вод, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК₅), поступающих на сооружения биологической очистки, рассчитываемый исходя из среднего максимального годового значения БПК₅.

Таблица 3.7 – Допустимые изменения состава воды в водоемах и водотоках после выпуска в них очищенных сточных вод

Показатели состава и свойств воды в водоеме после выпуска сточных вод	Требования к составу и свойствам воды водоема			
	Категории хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения		Категории рыбохозяйственного назначения	
	I	II	I	II
Содержание взвешенных веществ	Допускается увеличение не более чем на			
	0,25	0,75	0,25	0,75
	Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных минеральных веществ, допускается увеличение содержания на 5% (взвешенные вещества со скоростью осаждения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются)			
Пленки нефтепродуктов, масел, жиров и других плавающих примесей	Не допускается			
Запахи, привкусы и окраска	Допускаются запахи и привкусы интенсивностью не более 2 баллов (непосредственно или после хлорирования воды). Окраска не должна обнаруживаться в столбике воды высотой		Посторонние запахи, привкусы и окраска воды, влияющие на мясо рыб, не допускаются	
	20 см	10 см		
Температура воды	Допускается повышение не более чем на 3 °С по отношению к среднемесячной температуре самого жаркого месяца		Допускается повышение не более чем на 5 °С к естественной температуре воды (при наличии холодноводных рыб – (лососевых, сиговых) общая температура воды не должна превышать 20 °С летом и 5 °С – зимой; в остальных слу-	

		чаях – 28 и 18 °С)
Водородный показатель рН	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5	
Минеральный состав воды	Сухой остаток должен быть не более 1000 мг/дм ³ (в том числе хлориды – до 300 и сульфаты – до 100 мг/дм ³)	Не нормируется

Окончание таблицы 3.7

Показатели состава и свойств воды в водоеме после выпуска сточных вод	Требования к составу и свойствам воды водоема			
	Категории хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения		Категории рыбохозяйственного назначения	
	I	II	I	II
Наличие растворенного кислорода	Не менее 4 мг/дм ³		Не менее 6 мг/дм ³	Зимой подо льдом – не менее 4 мг/дм ³ , летом – не менее 6 г/дм ³
Биохимическая потребность в кислороде (БПК _{полн}) при температуре 20 °С	Не должна превышать			
	3 мг/дм ³	6 мг/дм ³	3 мг/дм ³ (если в зимний период содержание кислорода в воде снижается для водоемов I категории до 6 мг/дм ³ , II – до 4 мг/дм ³ , то разрешается только сброс воды, не влияющий на БПК)	
Возбудители заболеваний	Не допускаются (после обеззараживания биологически очищенных вод коли-индекс не должен превышать 1000 при содержании остаточного хлора 1,5 мг/дм ³)		–	
Токсичные вещества	Не допускаются в концентрациях, которые могут оказать прямо или косвенно вредное воздействие на живые организмы			

Один эквивалент населения (1 ЭН) – масса органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК₅), равная 60 г кислорода в сутки.

Таким образом, с учетом рекомендаций [94] эквивалент населения (эквивалентное число жителей)

$$\text{ЭН} = \frac{C_{\text{БПК}_5} Q}{a}, \quad (3.13)$$

где $C_{\text{БПК}_5}$ – среднесуточная концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, оцениваемая по БПК_5 , мг/дм^3 ; Q – расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сут}$; a – концентрация органических веществ, выраженных по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК_5) равная 60 г кислорода в сут.

Масса органических веществ в составе сточных вод $M_{\text{БПК}_5}$, кг/сут, поступающих на очистные сооружения определяется по формуле

$$M_{\text{БПК}_5} = \frac{C_{\text{БПК}_5} Q}{1000}, \quad (3.14)$$

В зависимости от эквивалента населения или массы органических веществ по таблице 3.7 устанавливаются нормативы допустимых концентраций на выпуске очистных сооружений по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК_5), показателю химического потребления кислорода (ХПК), взвешенным веществам, аммоний-иону, азоту общему, фосфору. По остальным показателям нормативы допустимого сброса устанавливаются в зависимости от ассимилирующей способности водного объекта с учетом кратности разбавления отводимых сточных вод в воде водотока.

Основным фактором, способствующим самоочищению водоема, является соотношение расходов воды водоема и спускаемых в него сточных вод, или кратность разбавления сточных вод водой водоема. Расчет этого разбавления определяет необходимую степень очистки сточных вод с учетом самоочищающей способности водоема.

3.1.10 Методы очистки сточных вод

Методы очистки сточных вод, общая технологическая схема, состав сооружений определяется в зависимости от требуемой степени очистки, количества сточных вод, климатических и других местных условий.

Существуют механический, физико-химический и биологический методы очистки сточных.

В результате **механической очистки** из сточных вод удаляются загрязнения, находящиеся в ней, главным образом, в нерастворенном и, частично, в коллоидном состоянии. К сооружениям механической очистки относятся: решетки, песколовки, первичные отстойники, жирословки, нефтеловушки, маслоотделители, гидроциклоны, фильтры и другие сооружения.

Физико-химические методы очистки заключаются в том, что в очищаемую воду вводят какое-либо вещество – реагент. Вступая в химическую реакцию с находящимися в воде примесями, реагент:

- способствует более полному выделению нерастворенных веществ, коллоидов и части растворенных веществ и тем самым способствует уменьшению их концентрации в сточной воде;
- переводит растворимые соединения в нерастворимые или растворимые, но безвредные;
- изменяет реакцию сточных вод, в частности нейтрализуют их;
- обесцвечивает окрашенную воду и др.

К физико-химическим методам очистки сточных вод относятся коагулирование, нейтрализация, экстракция, сорбция, электролиз, флотация, ионный обмен, кристаллизация и др.

При *коагулировании* в сточные воды вводят реагент, способствующий укрупнению частиц (коагуляции), вследствие чего увеличивается количество задержанных нерастворенных частиц. Такой вид очистки применяют для ускорения осаждения взвешенных частиц.

Биологическая очистка заключается в окислении остающихся в воде после механической очистки органических загрязнений с помощью микроорганизмов, способных в процессе своей жизнедеятельности осуществлять минерализацию органических веществ. Сооружения для биохимической очистки сточных вод могут быть разделены на два основных типа, в которых происходит очистка:

- 1) в условиях, близким к естественным;
- 2) искусственно созданным условиям.

К сооружениям биологической очистки относятся: аэротенки, биофильтры, окситенки, вторичные отстойники, поля фильтрации, биологические пруды.

Удовлетворительное качество очистки сточных вод может поддерживаться при условии обеспечения эффективной работы каждого звена механической и биологической очистки. **Традиционная схема очистки сточных вод:** сточные воды поступают в приемную камеру, затем, проходя через решетки, поступают в песколовки, из песколовок – в первичный отстойник, а затем в аэротенк и вторичный отстойник.

Решетки – это механизмы, улавливающие крупные отбросы (тряпье, бумагу, остатки пищи, полиэтилен, стекло и т.д.) на начальной стадии очистки для предотвращения засорения труб, насосов, каналов. Такими механизмами являются: стержневые решетки с ручной и механизированной очисткой прутьев, ступенчатые решетки, совмещенные с дробилками (комминуторы), ротационные диски, ротационные барабаны, центрифуги. Ротационные диски,

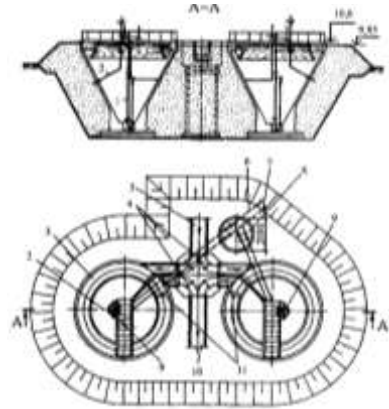
ротационные барабаны, центрифуги применяют для удаления не только крупных отбросов, но и взвешенных веществ, песка и частично органических веществ, что позволяет отказаться от использования песколовков и первичных отстойников на последующих стадиях очистки сточных вод.

Песколовки применяются для освобождения сточных вод от тяжелых примесей минерального происхождения с размером частиц 0,09–0,5 мм и более. В песколовках удаляются частицы гравия, песка, костей, угля, шлака, бетона и др. Удовлетворительно работающие песколовки защищают оборудование, насосы, механизмы, бетонные сооружения от абразивного воздействия песка. Плохо удаленный песок накапливается в сыром осадке первичных отстойников, повышает его зольность, что затрудняет выгрузку сырого осадка и приводит к повышенным затратам электроэнергии при его транспортировке по трубопроводам. Песок, накапливаясь в трубопроводах, засоряет и забивает их, что требует периодической прочистки трубопроводов и осложняет эксплуатацию очистных сооружений.

По требованию ТКП 45-4.01-202-2010 [97] песколовки устанавливаются обязательно, если объем очищаемых сточных вод более 100 м³/сут.

По направлению движения воды песколовки подразделяются на горизонтальные, вертикальные и с вращательным движением жидкости (тангенциальные и аэрируемые). Действие *горизонтальных* песколовков основано на том, что при движении сточной воды каждая находящаяся в ней нерастворимая частица перемещается вместе со струей воды и одновременно движется вниз под действием силы тяжести со скоростью, соответствующей величине и плотности частицы. Стремление к упрощению выгрузки осадка из песколовков привело к созданию горизонтальной песколовки с круговым движением воды (рисунок 3.27). Проточная часть песколовки в поперечном сечении имеет в верхней части прямоугольную форму, а в основании – треугольную со щелью вниз. Осадок проваливается через щель в осадочную часть конической формы.

Рисунок 3.27 – Горизонтальная песколовка с круговым движением воды:
 1 – гидроэлеватор; 2 – трубопровод для отвода всплывающих примесей; 3 – желоб;
 4 – затворы; 5 – подводящий лоток;
 6 – пульпопровод; 7 – трубопровод рабочей жидкости; 8 – камера переключения;
 9 – устройство для сбора всплывающих примесей; 10 – отводящий лоток;
 11 – полупогружные щиты



Тангенциальные песколовки обеспечивают более полное задержание песка с малым количеством органических соединений.

Аэрируемые песколовки являются усовершенствованием тангенциальных песколовок, имеют удлиненную форму в плане (рисунок 3.28). Аэрируемые песколовки одновременно могут использоваться для улавливания всплывающих загрязнений (жиров, нефтепродуктов и др.). Для этого вдоль всей песколовки полупогружной перегородкой отделяется специальная зона для выделения и накопления всплывающих загрязнений.

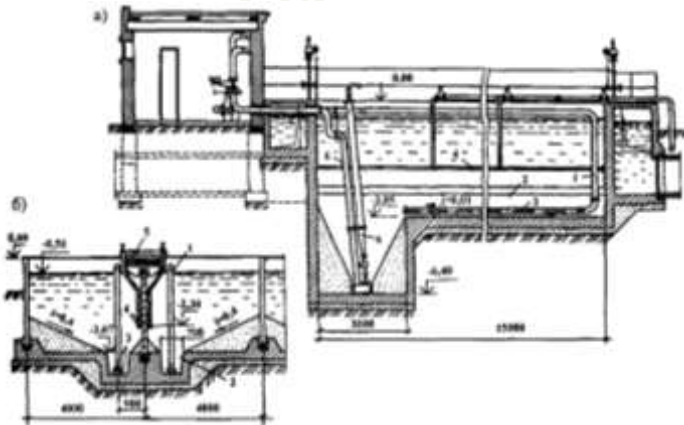


Рисунок 3.28 – Аэрируемая песколовка с гидромеханической системой удаления осадка

Выгрузка осадка из песколовки производится от одного раза в 2–4 суток до одного раза в сутки в зависимости от поступления и накопления песка.

Для удаления песка из песколовков применяются гидроэлеваторы или эрлифты (рисунки 3.29 и 3.30).

Эрлифт – насос, принцип действия которого основан на перекачке воды сжатым воздухом. Воздух подается через форсунку и разбивается на мелкие пузырьки, которые поднимаются вверх, увлекая за собой воду и смесь воды с осадком (пульпу).

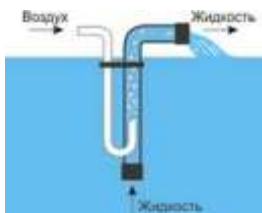


Рисунок 3.29– Эрлифт



Рисунок 3.30 – Гидроэлеватор

Гидроэлеватор представляет собой струйный аппарат, преобразующий кинетическую энергию потока рабочей жидкости, истекающей из сопла, в энергию динамического напора смешанного потока, состоящего из рабочей и перекачиваемой жидкости. Рабочая жидкость, поступающая под напором по трубе и входя в сопло, значительно увеличивает свою скорость. В результате в камере смешения образуется разрежение, которое дает возможность осуществлять подсос смеси песка с водой по трубе. Применение для отгрузки песка эрлифтов, как правило, неэффективно, даже при их удовлетворительной работе. Осадок в виде песка слишком тяжел для эрлифта. Гидроэлеваторы в процессе отгрузки песка хорошо отмывают его от органических примесей. Подача большего количества воды при откачке песка способствует более эффективной его отмывке. Гидроэлеваторы также лучше, чем эрлифты, транспортируют песок на песковые площадки или в бункеры.

Сточные воды, освобожденные в песколовках от песка и крупных минеральных примесей, направляются в первичные отстойники, которые предназначены для задержания гораздо более мелких взвесей. Отстаивание является самым простым, наименее трудоемким и дешевым методом выделения из сточной воды грубодиспергированных примесей, плотность которых отличается от плотности воды. Под действием силы тяжести загрязнения оседают на дно или всплывают на поверхность.

Первичными называются отстойники, входящие в состав сооружений механической очистки, а *вторичными* – отстойники, устраиваемые в составе сооружений биологической очистки для отделения активного ила (биопленки) от биологически очищенных сточных вод.

По направлению движения сточных вод отстойники бывают: горизонтальные, вертикальные, радиальные.

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, состоящий из нескольких отделений. Количество отделений или отстойников рекомендуется не менее двух, чтобы был резерв при ремонте и возможность поочередного использования при снижении нагрузок. В горизонтальных отстойниках поток сточных вод подается и направляется горизонтально (рисунок 3.31).

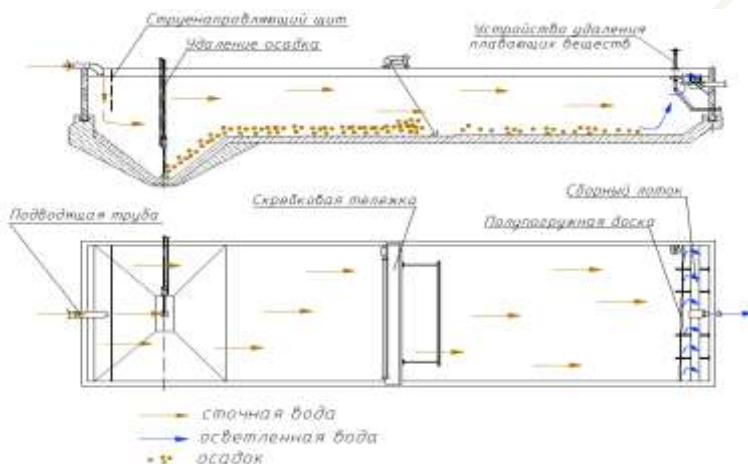


Рисунок 3.31 – Горизонтальный отстойник

Горизонтальные отстойники относятся к наиболее эффективным конструкциям, так как в них создаются очень благоприятные гидродинамические условия для осаждения взвешенных веществ. Кроме того, прямоугольные конструкции этих отстойников занимают меньшую площадь, чем круглые. Но у них есть ряд *недостатков*: высокая стоимость монтажа; скребковый механизм имеет несколько опор и много движущихся частей, что приводит к поломке; малая длина водослива, что создает гидравлические перегрузки в торцевых частях отстойника.

Вертикальный отстойник представляет собой цилиндрический железобетонный резервуар с конусным или пирамидальным дном. В зависимости от типа впускного устройства существуют вертикальные отстойники с центральным (рисунок 3.32, а), с нисходяще-восходящим (рисунок 3.30, б) и периферийным впуском воды.

а)

б)

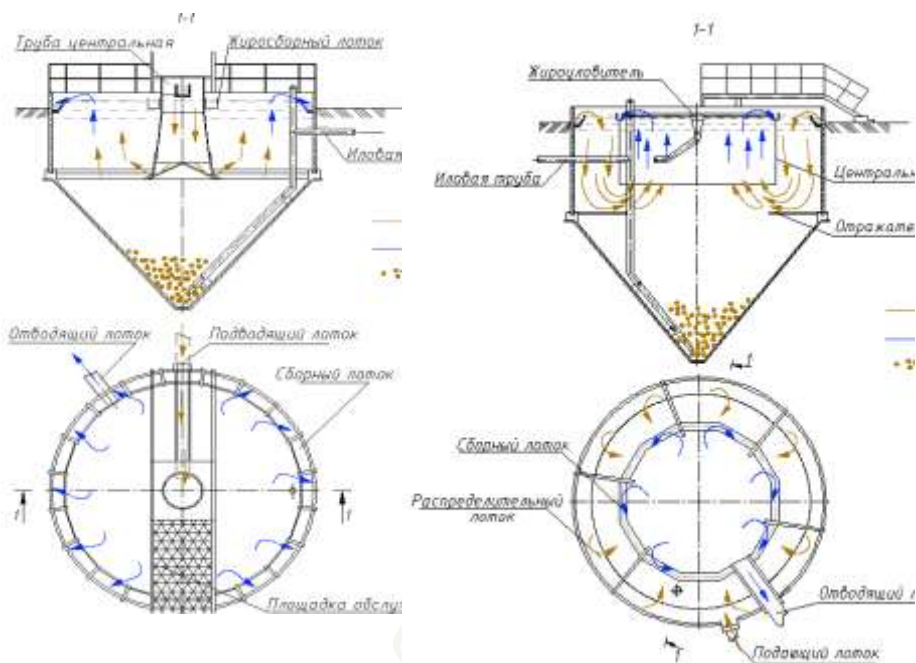


Рисунок 3.32 – Вертикальный отстойник:
с центральным впуском воды (а), с нисходяще-возходящим движением воды (б)

Вертикальные отстойники проще по конструкции и в эксплуатации, чем горизонтальные. Однако эффект осветления воды в них на 25–30 % ниже, чем в горизонтальных, и на 10–15 % ниже, чем в радиальных. При удовлетворительной работе вертикальных отстойников удаляется не более 40 % взвешенных веществ. У вертикальных отстойников более низкая стоимость монтажа и эксплуатации, чем у горизонтальных. Длина водослива по периметру вертикальных отстойников достаточно велика, что позволяет свести к минимуму скорость движения воды у водослива и уменьшить вынос взвешенных веществ. К их *недостаткам* относятся: большая глубина, что удорожает стоимость строительства в слабых грунтах; плохое сползание осадка к центру днища отстойника, что приводит к его плохому уплотнению, брожению и низкой дозе возвратного ила.

Радиальный отстойник представляет собой цилиндрический железобетонный резервуар большого диаметра от 16 до 60 м и глубиной 0,1–0,15 диаметра. В радиальных отстойниках сточные воды по трубе снизу направляются вверх в центр отстойника и распределяются от центра к периферии горизонтально (рисунок 3.33).

Отстойник оборудован вращающейся фермой со скребками для сбора осадка. К ферме крепится скребок для сбора плавающих веществ, и отстойник оборудуется жиросборником. Ферма бывает одно-, двух- и четырехкрылой. Осадок из приемка удаляют эрлифтами, гидроэлеваторами или погружными насосами.

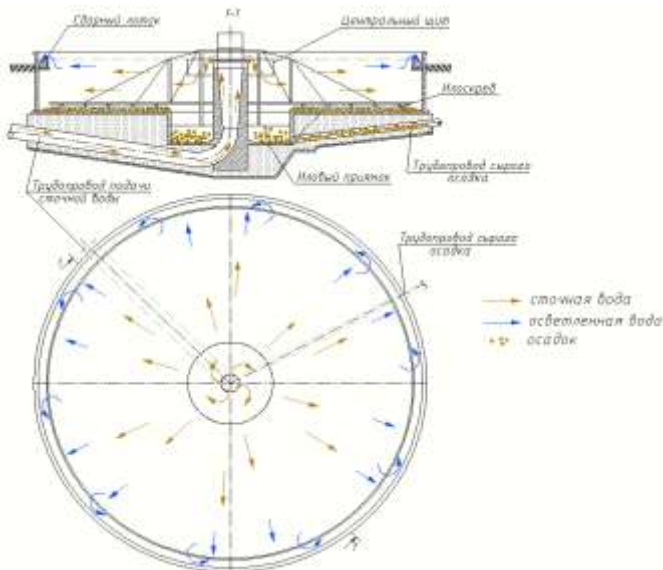


Рисунок 3.33 – Радиальный отстойник:

Радиальные отстойники применяют при производительности очистных сооружений более 20 тыс. м³/сут.

Они обеспечивают 50%-ное удаление взвешенных веществ и не имеют перечисленных недостатков горизонтальных и вертикальных отстойников.

Аэротенки применяются для полной и неполной биологической очистки сточных вод. Представляют собой резервуары, в которых очищаемая сточная вода и активный ил насыщаются воздухом и перемешиваются. Окисление органических загрязняющих веществ в аэротенках происходит за счет жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, образующих хлопьевидные скопления – активный ил. Часть органических веществ, непрерывно поступающих со сточными водами, окисляется, а другая обеспечивает прирост бактериальной массы активного ила. Для обеспечения аэробных условий в аэротенки необходима подача кислорода.

Биологический фильтр – сооружение, в котором сточная жидкость фильтруется через фильтрующий материал, который покрыт биологической пленкой, образованной колониями аэробных микроорганизмов. Загрузка био-

фильтра бывает объемная (щебень, гравий, твердые горные породы, кокс, керамзит) и плоскостная (пластмассовые кольца, обрезки труб, легкие рулонные материалы). Биологические фильтры в объемной загрузкой подразделяются на капельные (применяются при производительности до $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$), высоконагружаемые (до $50000 \text{ м}^3/\text{сут}$) и башенные (до $5000 \text{ м}^3/\text{сут}$).

Вторичные отстойники предназначены для эффективного разделения ила (биопленки) и очищенной воды. Вторичные отстойники устанавливают после биофильтров для задержания биологической пленки и после аэротенков для отделения активного ила от очищенных сточных вод.

Биологические пруды представляют собой искусственно созданные водоемы для биохимической очистки сточных вод, основанной на процессах, которые происходят при самоочищении водоемов. Биологические пруды могут быть использованы как самостоятельные сооружения для очистки сточных вод, а также для их доочистки в сочетании с другими очистными сооружениями. Для повышения глубины очистки воды до $\text{БПК}_{\text{полн}} = 3 \text{ мг/л}$ и снижения содержания в ней биогенных элементов (азота и фосфора) рекомендуется применение в пруде высшей водной растительности – камыша, рогоза, тростника и др. Высшая водная растительность должна быть размещена в последней секции пруда.

3.2 Отведение поверхностных сточных вод с селитебной территории

3.2.1 Отвод поверхностного стока – специфическая функция системы жизнеобеспечения города

Система жизнеобеспечения современного города состоит из множества взаимосвязанных подсистем, обеспечивающих необходимые жизненные функции населения. Среди них отведение поверхностного стока имеет ряд специфических особенностей и закономерностей, которые по своей специфике связаны с природными процессами и носят ярко выраженный стохастический (случайный) характер и изменяются во времени на порядки быстрее, чем изменяются другие процессы, требующие водоотведения. В мегаполисах и крупных городах воды поверхностного стока (дождевые, талые) отводятся с застроенных территорий по схеме полной раздельной самотечной системы водоотведения. В последнее время городские селитебные территории активно развиваются, застраиваются, применяются новые строительные и дорожные материалы. Однако не во всех случаях обеспечивается необходимый по современным понятиям уровень безопасности при экстремальных осадках. Причины не только в нормативах, но и в существенных изменениях характеристик городской инфраструктуры и водопроводящих сетей, а в некоторых случаях – в физическом и моральном старении кон-

струкции.

По мере развития и расширения уличной сети и роста асфальтированных площадей со стеканием вод на улицы существенно возрастает расход воды, который должны принять водосточные решётки на улицах, запроектированные и построенные достаточно давно, в другой градостроительной ситуации. Поэтому необходим новый подход к проектированию и реконструкции сетей для поверхностного стока.

Современная улица представляет собой сложное инженерное сооружение, в состав которого входит подземное, наземное и надземное оборудование, непосредственно связанное с движением транспорта и пешеходов, благоустройством и внешним видом улицы. Обязательным элементом оборудования являются **устройства по отводу поверхностных и грунтовых вод.**

Основным принципом водоотвода в городах является направление поверхностных вод со всех территорий города к улицам. Поэтому улицы следует рассматривать как сборные и отводящие каналы поверхностных вод.

Под организованным водоотводом подразумевается организация стока дождевых и талых вод, включающая: организацию стока воды по городской территории, отведение собранных поверхностных вод в водоемы или другие места за пределами городских территорий, очистку наиболее загрязненной части поверхностного стока.

Для отвода поверхностных вод строят водосточные сети. Грунтовые воды отводятся с помощью дренажных систем.

При проектировании систем дождевой канализации необходимо соблюдать требования ТКП 45-4.01-57-2012 [106].

Отведение неочищенных поверхностных сточных вод (дождевых и талых) не допускается:

- в водные объекты в границах первого пояса зон санитарной охраны системы водоснабжения;
- открытые водотоки, протекающие в пределах населенного пункта;
- непроточные водоемы;
- рыбоводные пруды;
- водные объекты выше по течению и в районе мест, специально отведенных для пляжей;
- размываемые овраги, если проектом не предусматриваются мероприятия по укреплению их русла и берегов;
- замкнутые лощины и низины, подвергающиеся заболачиванию.

При соответствующем обосновании и по согласованию с органами государственного санитарного надзора и государственных органов по охране окружающей среды допускается выпуск очищенных поверхностных сточных

вод с отдельных территорий в водотоки, протекающие в пределах населенного пункта [106]. Перед выпуском в водные объекты поверхностные сточные воды с территорий населенных пунктов должны очищаться. Как правило, необходимо подвергать очистке талые сточные воды в полном объеме и не менее 70 % годового объема дождевых сточных вод.

Пиковые расходы дождевых вод, относящиеся к наиболее интенсивной части дождя и 100 % объема талых вод должны быть направлены в регулирующие или аккумулирующие резервуары с последующей самотечной или напорной подачей необходимого объема (расхода) сточных вод на очистные сооружения.

Очистные сооружения поверхностных сточных вод должны размещаться на устьевых участках главных коллекторов дождевой канализации перед выпуском в водоток ниже границы населенного пункта по течению. В случае, когда по условиям сложившейся схемы дождевой канализации в пределах городской черты имеют место открытые выпуски в водные объекты, поверхностные сточные воды по перехватывающим коллекторам должны направляться на общегородские или бассейновые очистные сооружения.

Дождевая (ливневая) канализация устраивается либо в виде лотков и кюветов для поверхностного отвода дождевых вод, либо в виде закрытой (подземной) сети. Наружные водостоки состоят из сети труб, смотровых колодцев и дождеприемников. Сеть трассируется с учетом рельефа местности, мест возможного выпуска сточных вод, благоустроенности территорий и данных гидрогеологических изысканий.

Расстояние между дождеприемниками на проезжей части улиц зависит от уклона поверхности земли и принимается равным: 50 м при уклоне до 0,004, 60 м – от 0,004 до 0,006, 70 м – от 0,006 до 0,01, 80 м – от 0,01 до 0,03. Их устанавливают также в пониженных местах улиц и на перекрестках.

Трассировка дождевой сети производится по наикратчайшему расстоянию до места выпуска в водоем или в коллектор. При проектировании сетей дождевой системы водоотведения их наполнение принимают равным 1.

С целью уменьшения размеров каналов подземная дождевая сеть должна иметь выпуски в ближайшие водоемы, тальвеги и овраги.

Трасса дождевой сети должна быть параллельной красным линиям застройки (рисунок 3.34). При ширине проезда до 30 м трубопровод рекомендуется трассировать по середине проезда, при большей ширине – в зависимости от технической и экономической целесообразности коллекторы трассируют или по середине, или по обеим сторонам проезда.

Условия расположения коллекторов дождевой сети могут быть:

– *благоприятными*: бассейн стока имеет площадь не более 150 га и плоский рельеф при среднем уклоне поверхности 0,005 и меньше, коллектор проходит по водоразделу или в верхней части склона;

– *средними*: бассейн площадью более 150 га имеет плоский рельеф местности с уклоном 0,005 и менее, коллектор проходит в нижней части склона по тальвегу;

– *неблагоприятными*: коллектор проходит в нижней части склона, и площадь бассейна стока превышает 150 га; коллектор проходит по тальвегу с крутыми склонами.

Система водоотведения поверхностных сточных вод урбанизированной территории включает следующие элементы:

- искусственные лотки, кюветы и водосточные камеры;
- трубы в местах пересечения кюветов и канав с улицами и въездами в кварталы;
- лотки проезжей части городских улиц и дорог;
- дождеприемные колодцы (дождеприемники), в которые поступает вода из лотков;
- подземные соединительные трубы от дождеприемников до водосточков и коллекторов;
- закрытая сеть уличных трубопроводов – водостоки и коллекторы;
- смотровые колодцы и специальные устройства на сети (камеры различного назначения, пересечения с подземными коммуникациями, быстротоки, оголовки, водовыпуски и т.п.);
- очистные сооружения.

Сооружения на сети дождевой канализации, как правило, должны быть типовыми из объемных или укрупненных сборных железобетонных элементов [106];

Для трубопроводов сети дождевой канализации применяются трубы в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-56[105].

Смотровые колодцы или камеры на сети дождевой канализации преду-

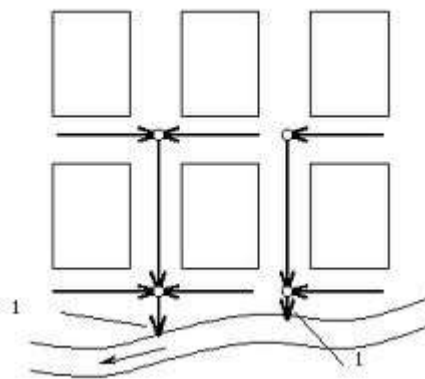


Рисунок 3.34 – Типовая схема поквартальной трассировки наружной дождевой сети:
1 – выпуски

смаатриваются в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-56 [105].

Высота лотковой части принимается равной половине диаметра трубы.

Дождеприемники предусматриваются:

- на затяжных участках (более 100 м) спусков (подъемов);
- перекрестках и пешеходных переходах со стороны притока поверхностных вод;
- в пониженных местах в конце затяжных участков спусков (более 100 м);
- пониженных местах при пилообразном профиле лотков улиц;
- местах улиц, дворовых и парковых территорий, не имеющих стока поверхностных вод.

В пониженных местах наряду с дождеприемниками, имеющими горизонтальное перекрытое решеткой отверстия в плоскости проезжей части, также применяются дождеприемники с вертикальным в плоскости бордюрного камня отверстием и комбинированного типа с отверстием как горизонтальным, так и вертикальным.

На участках с затяжным продольным уклоном следует применять дождеприемники с горизонтальным отверстием.

Решетки дождеприемников устанавливаются в одном уровне с поверхностью лотка проезжей части улицы.

Водосток – это система желобов и стояков, которая предназначена для отвода дождевой воды с крыши здания. Здание может иметь внешний водосток (рисунок 3.35) и внутренний. Если само строение имеет небольшую высоту, а скаты крыши выходят за линию стен на достаточную длину, они могут не оборудоваться водосточными системами.

Вся дождевая водоотводящая система состоит из внутренней и наружной сети. С крыш домов дождевая вода может подаваться вниз с помощью внутренних водостоков или наружных водосточных труб. Затем вода поступает в наружную водоотводящую сеть, которая бывает открытого, закрытого и смешанного типов. Открытая сеть состоит из лотков и каналов, по которым дождевые воды удаляются за пределы населенных пунктов и промышленных предприятий. Открытые водостоки сооружают при малой плотности застройки, малом населении и малом количестве осадков. Сеть закрытого типа устраивают в современных благоустроенных городах. В этом случае дождевые стоки, поступающие в лотки уличных проездов, затем попадают в специальные водоприемные колодцы (дождеприемники) и направляются по сети подземных трубопроводов к месту выпуска в водоем (рисунок 3.36). Смешанная сеть состоит из труб, прокладываемых под землей и уличных лотков (рисунок 3.37). Такую сеть устраивают в целях сокращения капиталовложений на строительство.

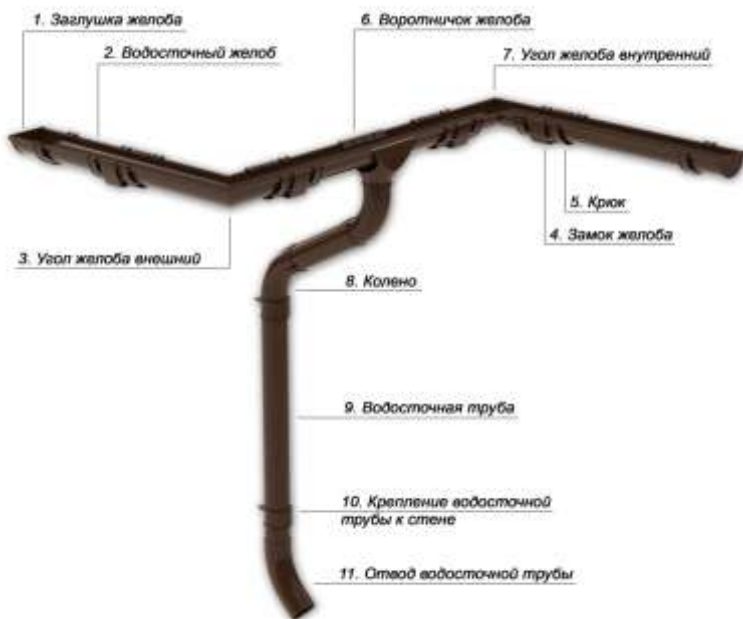


Рисунок 3.35 – Типовая конструкция наружной водосточной системы
<http://www.grif-r.ru/ruukki/vodostok>

Рисунок 3.36 – Дождеприемник для ливневки
<http://kanalizacijam.ru/truby-dlya-livnevoj-kanalizacii.html>





Рисунок 3.37 – Уличные бетонные лотки с решетками
 (http://1drain.ru.swtest.ru/wp-content/uploads/2014/07/42_140.jpg)

Дождеприемники могут располагаться как внутри кварталов, так и на уличных проездах, причем в последнем случае дождеприемники могут находиться и по длине всего проезда, или только на перекрестках (рисунок 3.38).

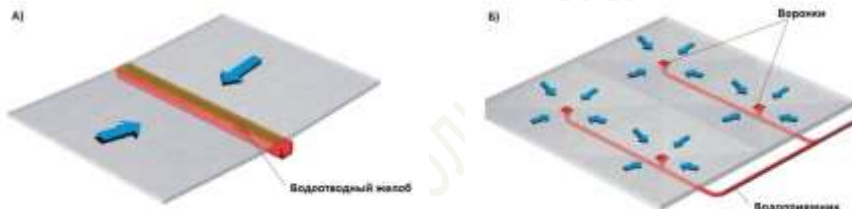


Рисунок 3.38 – Способ организации водоотвода:
 а – линейный; б – точечный

(<http://stroikredit.com/vyibiraem-sistemu-vodootvedeniya.html> © stroikredit.com)

Длина присоединения от дождеприемников к коллекторам должна быть не более 40 м, диаметр – не менее 200 мм, а уклон – 0,02. Дождеприемники обязательно устанавливаются на перекрестках улиц, не доходя до «зебры».

3.2.2 Расчетные расходы и объемы поверхностных сточных вод

Расходы дождевых вод в раздельной системе дождевой канализации q_r , л/с, определяется по методу предельных интенсивностей по формуле

$$q = k \frac{z_{mid} A^{1,2} F}{t_A^{1,2n-0,1}}, \quad (3.15)$$

где z_{mid} – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока (коэффициент покрова). Определяется как средневзвешенное значение в зависимости от коэффициентов z , характеризующих поверхность бас-

сейна стока и принимаемых в соответствии с таблицами В.1 и В.2 [106]; A , n – параметры, определяются данным ближайших метеорологических станций; F – расчетная площадь стока, га; t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин; k – коэффициент, учитывающий снижение расхода при расчетной продолжительности протекания дождевых вод менее 10 мин. Значения коэффициента k следует принимать: 0,8 – при $t_r \leq 5$; 0,9 – при $t_r = 5 \dots 7$; 0,93 – при $t_r = 7 \dots 8$; 0,96 – при $t_r = 8 \dots 9$; 1,0 – при $t_r = 10$ и более.

При отсутствии данных допускается параметр A определять по формуле

$$\lambda = q_{20} \cdot 20 \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^{1,54}, \quad (3.16)$$

где q_{20} – интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год, определяемая в соответствии с таблицей А.1 [106]; n – показатель степени, определяемый в соответствии с рисунком А.1 [106]; P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, принимаемый по таблицам Б.1 и Б.2 [106]; m_r – среднее количество дождей за год, принимаемый по таблице Г.1 [106].

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

В тех случаях, когда площадь стока коллектора составляет 500 га и более, в формулу (6.1) следует вводить поправочный коэффициент K , учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади и принимаемый по таблице 6.1 [106].

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам t_r , мин, определяется по формуле

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (3.17)$$

где t_{con} – продолжительность протекания сточных дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин, принимается равным от 5 до 10 мин при отсутствии в населенных пунктах внутриквартальных закрытых дождевых сетей или равным от 3 до 5 мин при их наличии [106]; t_{can} – продолжительность протекания сточных дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала); t_p – продолжительность протекания сточных дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения.

При расчете внутриквартальной канализационной сети время поверхностной концентрации следует принимать от 2 до 3 мин.

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам

$$t_{\text{л\ddot{a}i}} = 0,021 \cdot \sum \frac{l_{\text{л\ddot{a}i}}}{v_{\text{л\ddot{a}i}}}, \quad (3.18)$$

где l_{can} – длина участков лотков, м; v_{can} – расчетная скорость течения на участке, м/с.

Продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения

$$t_p = 0,017 \cdot \sum \frac{l_p}{v_p}. \quad (3.19)$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м; v_p – расчетная скорость течения на участке, м/с.

Территории садов и парков, не оборудованные дождевой закрытой или открытой канализацией, в расчетной площади стока и при определении коэффициента z не учитываются [106].

Если территория имеет уклон поверхности от 0,008 до 0,01 и более в сторону уличных проездов, то в расчетную площадь стока необходимо включать прилегающую к проезду полосу шириной от 50 до 100 м [106].

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей q_{cal} , л/с, определяется по формуле

$$q_{\text{cal}} = \beta q_r, \quad (3.20)$$

где β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима и определяемый по таблице 6.2 [106].

3.2.3 Количественная характеристика поверхностных сточных вод с селитебных территорий

Объемы поверхностных (дождевых и талых) сточных вод, формирующихся на водосборном бассейне системы дождевой канализации, определяются по данным ближайших метеорологических станций за различные периоды (декада, месяц, год, за теплый сезон года), а также за отдельные дожди и дождливые периоды.

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на селитебных территориях и площадках предприятий в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, определяется по формуле

$$W_r = W_d = W_T = W_m, \quad (3.21)$$

где W_d , W_T , W_m – среднегодовой объем соответственно дождевых, талых и поливочных сточных вод, м³.

Среднегодовой объем дождевых (W_d) и талых (W_T) вод, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, следует определять по

формулам

$$W_d = 10h_d \Psi_d F; \quad (3.22)$$

$$W_t = 10h_t \Psi_t F, \quad (3.23)$$

где F – общая площадь стока, га; h_d, h_t – слой осадков, мм, за теплый и холодный периоды года, принимаемый по данным ближайшей метеорологической станции или по таблице А.1 [106]; Ψ_d, Ψ_t – общие коэффициенты стока дождевых и талых сточных вод;

При определении среднегодового количества дождевых сточных вод W_d , отводимых с территорий жилой застройки, общий коэффициент стока Ψ_d для общей площади стока F рассчитывается как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с разным видом поверхности, принимаемых по таблице 6.6 [106].

При определении среднегодового объема дождевых вод W_d , отводимых с территорий промышленных предприятий и производств, значение общего коэффициента стока Ψ_d находится как средневзвешенная величина для всей площади стока с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей, которые допускается принимать: для водонепроницаемых покрытий – 0,6–0,8; грунтовых поверхностей – 0,2; газонов – 0,1 [106].

При определении среднегодового объема сточных талых вод общий коэффициент стока Ψ_t с застроенных территорий населенных пунктов и площадок предприятий с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей допускается принимать 0,5–0,7 [106].

Общий годовой объем поливомоечных сточных вод $W_m, м^3$, стекающих с площади стока, определяется по формуле

$$W_m = 10mkF_m \Psi_m, \quad (3.24)$$

где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий, л/м² на одну мойку; k – среднее количество моек в году; F_m – площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га; Ψ_m – коэффициент стока для поливомоечных вод, допускается принимать равным 0,5 [106].

Удельный расход воды на мойку дорожных покрытий и среднее количество моек в году принимается на основании данных специализированных организаций, производящих мойку дорожных покрытий. При отсутствии указанных данных допускается среднее количество моек в году принимать 150 [106], удельный расход воды на мойку дорожных покрытий – по СНБ 4.01.01 [80].

Объем дождевого стока от расчетного дождя $W_{оч}, м^3$, отводимого на очистные сооружения с территорий застройки населенных пунктов и площадок предприятий определяется по формуле

$$W_{оч} = 10h_a F \Psi_{mid}, \quad (3.25)$$

где h_a – максимальный слой осадков за дождь, мм, сток от которого подвергается очистке в полном объеме; F – общая площадь стока, га; Ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей по таблице 6.7 [106];

Для территорий застройки населенных пунктов и площадок предприятий величина h_a принимается равной суточному слою осадков от малоинтенсивных часто повторяющихся дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности $P = 0,05 \dots 0,1$ года, что обеспечивает поступление на очистку не менее 70 % годового объема поверхностных сточных вод [106].

Для промышленных предприятий второй группы величину h_a следует принимать равной суточному слою атмосферных осадков H_p от дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности P , принятому при гидравлическом расчете дождевой сети конкретного объекта, но не менее $P = 1$ год.

Максимальный суточный объем талых вод $W_{т.сут}$, м³, в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения с территорий застройки населенных пунктов и площадок предприятий, определяется по формуле

$$W_{т.сут} = 10 \Psi_T F h_c \quad (3.26)$$

где F – площадь стока, га; Ψ_T – общий коэффициент стока талых вод (принимается 0,5–0,7); h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм, принимаемый по данным ближайшей метеорологической станции или по справочным данным [81]. При отсутствии указанных данных величину h_c допускается принимать равной 25 мм [106];

3.2.4 Особенности структуры комплексных районов (промышленно-селитебных)

Комплексные промышленно-селитебные районы в настоящее время считаются эффективной градостроительной формой планировочной организации города. В структурном и административном отношении такие районы подходят под понятие городских районов крупных городов. В их состав включают селитебную зону, на которой размещают жилые микрорайоны, зону предприятий с цехами и вспомогательными зданиями, а также общественно-торговый центр и зону массового отдыха. Такое зонирование позволяет эффективнее размещать места труда и жилья и создавать современный уровень комплексного обслуживания населения на всей территории района.

Современные промышленные предприятия, не выделяющие вредностей, можно размещать в пределах селитебных территорий. В число таких производств входят предприятия легкого и точного машиностроения со сборочными цехами (без заготовительных цехов), приборостроения, электротехниче-

ской, радиоэлектронной и пищевой промышленности. При небольшом объеме грузовых перевозок для них не требуется железнодорожных путей или грузовых автомагистралей. Они занимают небольшую территорию – с учетом блокировки автоматизированных цехов примерно до 12 га, при высокой концентрации работающих (до 600–1000 человек на 1 га промышленной площадки).

Промышленные предприятия, не имеющие вредных отходов производства, размещают на селитебной территории, но изолируют от жилых районов магистральными улицами с озеленением (бульварами) шириной не менее 50 м.

В комплексных селитебно-промышленных районах городов обычно размещают часовые заводы, трикотажные и обувные фабрики, научно-экспериментальные центры и другие предприятия, не выделяющие производственных вредностей. Такие районы входят, например, в состав селитебных территорий Минска, Гомеля, Москвы, Киева, Смоленска и многих других городов.

При целесообразности организации комплексных районов в существующих крупных городах требуется предусматривать дополнительные территории для реконструируемых и новых предприятий.

При необходимости развития существующего предприятия, не выделяющего вредностей, которое допустимо размещать в жилом районе, предусматривают строительство многоэтажного здания в ограниченных пределах территории предприятия с учетом требуемых разрывов по высотности с окружающей застройкой, а также возможностей использования подземного пространства.

3.2.5 Показатели надежности функционирования канализационной сети

В процессе функционирования в работе канализационной сети возникают разного рода неисправности, относящиеся к повреждениям или отказам. Неисправности канализационной сети, при которых нарушаются нормальные условия транспортирования сточных вод и происходит ее поступление на поверхность земли, подразделяются на два вида: засорение и разрушение конструкции (авария).

При засорении уменьшается пропускная способность, выше места образования засора возникает подпор, приводящий к изливу неочищенной сточной жидкости на поверхность земли.

Аварии на канализационных сетях или разрушение конструкций возникают на крупных коллекторах, расходы сточных вод которых значительны. Потоки сточной жидкости большими расходами обладают значительно гидродинамической энергией и при неорганизованном изливе на поверхность земли могут вызвать существенные разрушения на своем пути.

Комплекс мероприятий по повышению надежности трубопроводов направлен на внедрение эффективных средств диагностики технического состояния канализационной сети путем осмотра её с помощью телевизионной

техники и установления состояния материалов конструкции посредством разных типов дефектоскопов. Важным элементом, повышающим надежность функционирования КС служит прогнозирование и времени и места возможных аварий. Оно позволяет заблаговременно принять меры для предотвращения аварий, осуществить мероприятия для проведения ремонтно-восстановительных работ на сети и коллекторе.

3.2.6 Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию

Промышленные предприятия и современная транспортная система постоянно загрязняют окружающую среду, вследствие этого необходимо уделять большое внимание охране окружающей среды и, в частности, работе систем канализации, очистных сооружений промышленных центров и населенных пунктов. Особый интерес в этой области вызывает организация отведения поверхностного стока с промышленных и селитебных территорий. Дождевые, талые и поливомоечные сточные воды, стекающие с застроенных территорий, до недавнего времени считались не представляющими серьезной опасности для водных объектов. Отведение их необходимо было лишь по соображениям благоустройства территории. Однако дождевые и талые воды, отводимые с селитебных территорий, значительно загрязнены и не могут сбрасываться в водные объекты без ограничений. Поэтому организованный отвод с последующим обезвреживанием дождевых и талых вод в настоящее время является не только инженерной, но и санитарной необходимостью.

Существенной особенностью дождевого стока является неравномерность распределения концентраций загрязняющих веществ в стоке по ходу дождя. При оценке качества дождевых вод необходимо иметь сведения о содержании в них примесей в течение всей продолжительности поступления стока. Качество поверхностного стока обусловлено множеством одновременно действующих факторов, поэтому анализ дождевых вод на основе единичных проб может дать ошибочное представление об интенсивности их загрязнения на том или ином водосборе. При значительном диапазоне колебаний концентраций загрязнений имеется определенная закономерность в изменении качества стока во времени в зависимости от интенсивности осадков. Концентрация примесей в дождевом стоке быстро возрастает до максимума и далее уменьшается к концу дождя.

На основе проведенного мониторинга [38–41] дана обобщенная характеристика различных водосборных бассейнов с точки зрения основных видов загрязнений с разделением на следующие категории: I – благоустроенные территории, II – жилая застройка, III – магистральные дороги, IV – территории промышленных предприятий. Очень часто происходит пересечение данных терри-

торий, что усугубляет антропогенную нагрузку на водные объекты.

В настоящее время город Гомель имеет разветвленную сеть дождевой канализации, по которой все атмосферные сточные воды, а также условночистые воды отдельных промышленных предприятий, сбрасываются в водоемы без очистки.

На основании проведенного мониторинга работы **системы дождевой канализации г. Гомеля** [46–49] было осуществлено зонирование селитебной территории в зависимости от техногенной нагрузки поверхностных сточных вод. Установлено, что правобережная часть Сожа подвержена большему техногенному воздействию по сравнению с левобережной (рисунок 3.39). Это связано с тем, что в состав материальных элементов этой части города входит значительная часть промышленных и энергетических предприятий, магистральные улицы, площади, наземный городской транспорт, мосты, стадионы, подземные коммуникации и многое др. Все материальные элементы связаны между собой и распределяются по функциональным зонам города. И каждый материальный элемент города оказывает свое соответствующее влияние на формирование поверхностного стока.

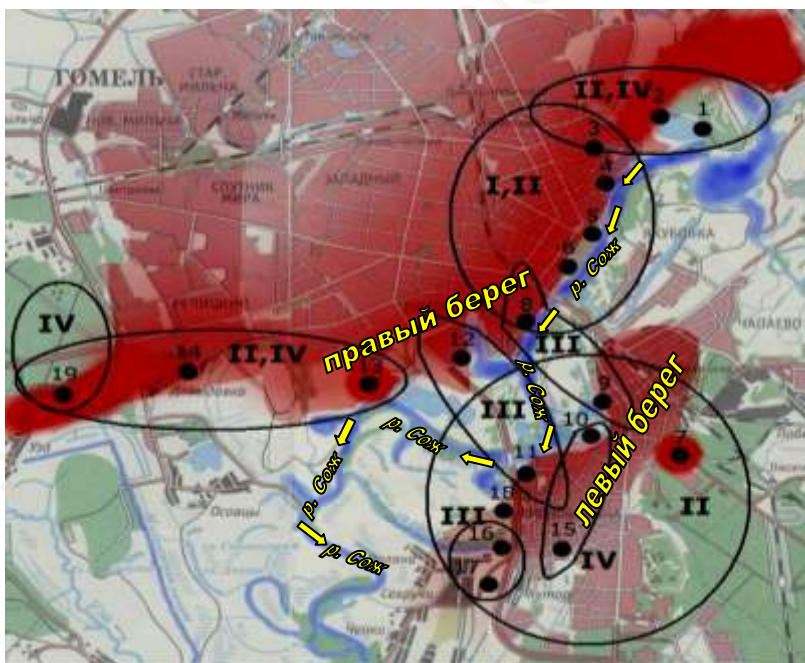


Рисунок 3.39 – Карта загрязненности поверхностных сточных вод г. Гомеля:
1–19 – выпуски основных коллекторов ливневой канализации города;

I–IV – категории районов в зависимости от типа бассейна канализования

Сильное влияние на качественные и количественные характеристики отводимых поверхностных вод оказывает состояние территории города. Для более полной оценки водосборных бассейнов города проведено их зонирование по приоритетным загрязнителям (таблица 3.8).

Также одной из проблем г. Гомеля является территория, выделенная для индивидуальной застройки, где наблюдаются многочисленные несанкционированные подключения к системе дождевой канализации, следует активизировать работу по ликвидации этих подключений.

Таблица 3.8 – Приоритетные загрязнители в составе поверхностного стока

№ коллектора	Общая площадь водосбора коллектора, га	Характерная категория бассейна	Приоритетные загрязнители
1	1843,2	II, IV	Азот нитратный, нефтепродукты, взвешенные вещества
2	930,5		Взвешенные вещества, хлориды, нефтепродукты
3	300,1	I, II, IV	Fe, фосфаты, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$
4	125,5	I, II	Нефтепродукты, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, фосфаты
5	263,3		Fe, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, нефтепродукты
6	450,9		Фосфаты, азот нитратный, медь
7	484,8	II	Fe, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, нефтепродукты
8	338,6	I, II, III	ХПК, железо, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$
9	290,1	II, III	БПК ₅ , хлориды, фосфаты
10	294,7	II, IV	$\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, БПК ₅ , фосфаты
11	292,4	II, III	Железо, цинк, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$
12	194,8		Азот нитритный, Zn, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$
13	748,7	II, IV	СПАВ, медь, фосфаты
14	341,9		Fe, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, нефтепродукты
15	292,6		$\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, фосфаты, нефтепродукты
16	302,4	II, III	БПК ₅ , медь, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$
17	281,4	II, III	Fe, $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$, нефтепродукты,
18	584,8	II	Медь, Fe, СПАВ
19	2436,9	II, III, IV	Фосфаты, нефтепродукты, медь, Fe

Снижению загрязнения водных объектов также будет способствовать организация очистки дождевого стока на территории каждого предприятия, расположенного на промышленно-селитебных территориях.

Рассмотрим пример, когда наибольший удельный вес в общей площади занимаемой промышленными предприятиями имеют предприятия машиностроения.

С целью оценки качественного состава дождевых и талых сточных вод с территорий предприятий машиностроения проведены экспериментальные исследования [53], на основании которых дана дифференциация площадок по характеру технологических процессов и для каждой площадки определены диапазоны концентраций загрязняющих веществ, их средние значения, интервалы наиболее вероятных значений и доверительный интервал средних значений (таблица 3.10).

Таблица 3.9 – Качественные показатели загрязненности поверхностных сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения в миллиграммах на дециметр кубический

Наименование показателей	Площадки группы А			Площадки группы Б		
	экстремальные значения	интервалы наиболее вероятных значений	средние значения и доверительный интервал	экстремальные значения	интервалы наиболее вероятных значений	средние значения и доверительный интервал
БПК ₅	27–110	30–40	48,9±7,6	7,5–70	20–30	37,0±5,0
Взвешенные вещества	43–280	100–110	137,4±5,7	24–180	80–90	90,5±4,7
Нефтепродукты	0,8–25	3,2–3,4	4,0±0,5	0,6–19	1,6–1,8	3,2±0,5
Азот аммонийный	0,3–6,0	0,8–1,0	1,6±0,1	0,2–4,0	0,4–0,6	1,48±0,1
Фосфаты	0,1–0,8	0,2–0,3	0,33±0,1	0,08–0,6	0,1–0,2	0,29±0,06
Железо общее	0,2–9,4	1,0–2,0	2,9±0,2	0,4–7,0	1,0–1,25	2,4±0,3
Цинк	0,01–4,5	0,175–0,2	0,27±0,07	0,01–0,9	0,15–0,175	0,16±0,02
Никель	0,005–0,2	0,015–0,02	0,023±0,002	0,005–0,1	0,01–0,015	0,019±0,002

К площадкам предприятий машиностроения группы А относятся площадки, на которых сосредоточены производства, связанные с горячей высадкой и штамповкой металла, сварочное, окрасочное, гальваническое производство, склады горючесмазочных материалов, а также осуществляется интенсивное движение транспорта. Для площадок группы Б характерны производства холодной высадки и штамповки металла, различных видов механической обработки, вспомогательные производства (инструментально-штамповое, экспортное, экспериментальное), размещение складов готовой продукции и служб предприятия.

На основании анализа совокупности данных о загрязненности поверхностных сточных вод с территорий предприятий машиностроения установлено [45, 53]:

- на качественные показатели дождевых и талых сточных вод, помимо климатических условий и загрязненности выпадающих осадков, оказывают влияние технологические процессы производства: наибольшие значения концентраций характерны для площадок, где расположены гальванические, окрасочные и сварочные цеха и производства, связанные с горячей высадкой и штамповкой металлов, а также, где осуществляется интенсивное движение транспорта между корпусами, а минимальные – для площадок, где расположены цеха, технологический процесс производства которых включает холодную высадку металла, различные виды механической обработки, вспомогательные производства и службы предприятия;

- средние концентрации загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах с территорий площадок, где сосредоточено основное производство, в 1,1–1,9 раза выше, чем с территорий, где расположены вспомогательные производства;

- по периодам формирования поверхностные сточные воды также имеют отличия: в холодный период (с ноября по март) концентрации взвешенных веществ, нефтепродуктов, железа общего, цинка выше, чем в теплый период (с апреля по октябрь) в среднем в 1,1–1,6 раза; превышение концентраций загрязняющих веществ в теплый период над холодным по БПК₅, азоту аммонийному в среднем составляют 1,2–1,6 раза; незначительные изменения по периодам формирования отмечаются по фосфатам и никелю.

При разработке технологической схемы очистки поверхностных сточных вод необходимо учитывать качественные и количественные характеристики с учетом особенностей площадки водосбора [50].

3.3 Системы внутреннего водоотведения зданий

3.3.1 Основные элементы внутренней канализации зданий

В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к отведению сточных вод необходимо проектировать следующие **системы внутренней канализации**:

- бытовую – для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников, ванн, душей и др.);
- производственную – для отведения производственных сточных вод;

– объединенную – для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;

– внутренние водостоки – для отведения дождевых и талых вод с кровли здания.

В производственных зданиях допускается проектировать несколько систем канализации, предназначенных для отведения сточных вод, отличающихся по составу, агрессивности, температуре и другим показателям, с учетом которых смешение сточных вод недопустимо или нецелесообразно по требованиям технологии очистки.

Раздельные системы производственной и бытовой канализации следует проектировать:

– для производственных зданий, производственные сточные воды которых требуют очистки или обработки;

– зданий бань и прачечных при устройстве теплоуловителей или при наличии местных очистных сооружений;

– зданий продуктовых магазинов, предприятий общественного питания и предприятий по переработке пищевой продукции.

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

Системы внутренней канализации состоят из следующих элементов:

– приемников сточных вод,

– гидравлических затворов,

– отводящих трубопроводов,

– канализационных стояков,

– вытяжек, коллекторов и выпусков.

Типы и количество санитарных приборов, устанавливаемых в зданиях, определяются в соответствии с требованиями, предъявляемыми на проектирование зданий и сооружений различного назначения.

Приемники сточных вод (санитарные приборы, воронки, трапы) выполняют в виде открытых сосудов или воронок, которые собирают загрязненную воду.

Санитарные приборы (ванны, умывальники, мойки), устанавливаемые в системе хозяйственно-бытовой канализации, собирают загрязненную воду, образовавшуюся в процессе жизнедеятельности людей.

3.3.2 Обустройство внутренних водостоков

Системы внутреннего водостока – разновидность водосточных систем, обеспечивающих качественное водоотведение с плоских кровель самых

различных конфигураций. В этом случае трубы, по которым отводится вода, расположены внутри самого здания.

Внутренние водостоки, помимо плоских кровель бесчердачных промышленных зданий, устраиваются также на пологих скатных кровлях, при наличии световых фонарей. На жилых домах с пологими кровлями – объектах крупноблочного строительства, каркасно-панельных домах, также целесообразно использование внутренних водостоков.

Системы внутреннего водостока могут иметь различные технические решения. Одна из них представлена на рисунке 3.40.

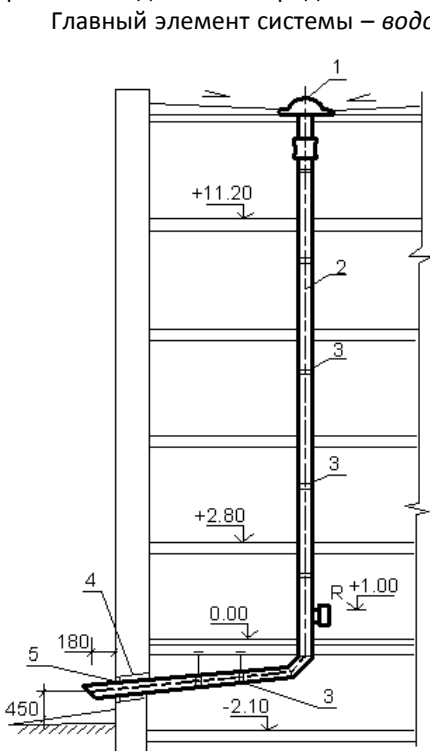


Рисунок 3.40 – Схема внутреннего водостока:

- 1 – воронка; 2 – водосточный стояк;
- 3 – крепления стояка и выпуска;
- 4 – гильза, зачеканенная смоляной прядью;
- 5 – цементная штукатурка

– *отводящие трубы* – их назначение соединять воронки со стояками;

Главный элемент системы – *водосборная воронка*. Как правило, ее конструкция обеспечивает быстрый и эффективный сбор воды с большого участка кровли. Часто воронки снабжены решетками, фильтрующими поступающую воду и задерживающими листву и прочий мусор. Решетки делаются съемными – для простоты очистки.

Воронка должна надежно соединяться с трубами внутреннего водостока. Прижимные фланцы или иные системы обеспечивают плотный контакт корпуса воронки с трубами, без риска протечек.

Количество воронок зависит от их пропускной способности и интенсивности осадков. В месте интеграции воронки в кровельное покрытие должна быть не нарушена водонепроницаемость кровельного ковра.

Для эксплуатируемых плоских кровель водосточная воронка должна иметь особое строение – верхнюю плоскую крышку, заделываемую на одном уровне с кровельным покрытием.

Помимо водосборных воронок, в систему внутреннего водостока входят следующие элементы:

- *стояки* – водосборные трубы, собирающие воду со всех расположенных на кровле воронок;
- *сборные коллекторы*, собирающие воду из всех стояков;
- *элементы для прочистки и обслуживания* – смотровые колодцы;
- *выпускающие трубы* – соединение коллекторов и их сетей с ливневой канализацией.

Отметим, что система внутреннего водостока должна полноценно функционировать как при положительных, так и при отрицательных температурах. Так что внутренние водостоки могут устраиваться только в зданиях, имеющих отопление. В неотапливаемых помещениях стояки и воронки замерзнут во время морозов.

Для внутренних водостоков надлежит применять трубы из полимерных материалов или чугунные напорные трубы. Допускается применение стальных труб, имеющих антикоррозионное покрытие внутренней и наружной поверхностей.

Прокладка водосточных трубопроводов в пределах жилых квартир не допускается.

3.3.3 Дворовая система канализации и присоединение её к уличным сетям канализации

Из здания стоки отводятся в уличную канализационную сеть через систему трубопроводов, которая в зависимости от расположения их на территории населенного пункта, промышленного предприятия называется дворовой, внутриквартальной, внутриплощадочной (заводской).

Дворовая сеть принимает стоки от одного или нескольких домов.

Внутриквартальная сеть обслуживает большую группу зданий.

Внутриплощадочные (заводские) сети включают в себя участки, которые соединяют отдельные выпуски из зданий, и магистральные участки, проложенные по проездам или в других местах предприятия.

Канализационные выпуски служат для сбора сточных вод от стояков и отвода их за пределы здания в дворовую канализационную сеть. Количество выпусков от системы внутренней канализации из зданий и сооружений следует определять с учетом расположения стояков, выбирая вариант с наименьшей протяженностью сборных горизонтальных трубопроводов и с минимальным количеством прочисток. Не рекомендуется устройство одного торцевого выпуска на все здание с присоединением к нему всех стояков.

Выпуски от системы внутренней канализации из зданий следует предусматривать с уклоном не менее 0,02 в сторону смотрового колодца дворовой сети канализации. Диаметр выпуска должен определяться расчетом и приниматься не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

Выпуски следует присоединять к наружной сети под углом не менее 90° (считая по движению сточных вод). На выпуске канализации допускается устройство перепадов высотой, м:

- до 0,5 – открытых – по бетонному водосливу в лотке, входящему с плавным поворотом в колодец наружной канализации;
- св. 0,5 – закрытых – в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

Пересечение выпуском стен подвала или фундамента здания в сухих грунтах следует выполнять с зазором не менее 0,15 м между трубопроводом и строительными конструкциями, с заделкой отверстия в стене водонепроницаемыми и газонепроницаемыми эластичными материалами. Прокладку же канализационных выпусков ниже подошвы сборных фундаментов следует выполнять в футлярах из бетонных и железобетонных труб или предусматривать местное заглубление сборных фундаментов на 0,1 м ниже основания трубы. Минимальную глубину заложения выпуска следует принимать на 0,3 м выше глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м до верха трубы, а максимальную – исходя из условий подключения к канализационной сети, требований прочности труб в зависимости от материала, из которого они изготовлены, и грунтовых условий.

Выпуск присоединяют к наружной сети, как правило, без перепада «шелыга в шелыгу», под углом не менее 90°, по движению сточных вод. Труба должна лечь на нетронутый грунт, что предупредит ее проседание и возникновение застойных зон. Положение трубы изменяют подсыпкой песка или грунта, уплотненного трамбовкой. Под раструбами, муфтами и другими выступающими частями трубопровода роют приямки. Перед засыпкой траншеи проверяют укладку всего трубопровода или его части. Для этого у одного конца трубопровода ставят фонарь или свечу, а в отверстие на другом конце трубы напрямую или с помощью зеркала просматривают внутренний проход трубы. Допускается горизонтальное смещение труб на 1/4 их диаметра, но целесообразно добиваться видимости полного круга.

Проверив правильность укладки труб, заделывают раструбы и засыпают траншеи землей. Направление труб при проходе через стену изменяют с помощью пологого девяностоградусного колена или двух отводов по 135°. Для прокладки выпуска в фундаменте здания или стене подвала устраивают

проем высотой не менее 400 мм. При этом расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 150 мм во избежание деформаций труб при естественной осадке здания. Пространство между выпуском и футляром заделывают жирной мятой глиной, смешанной с паклей. Если часть выпуска или стояка проходит по неотапливаемому помещению, то трубу утепляют.

С наружной канализационной сетью выпуск соединяют лотком в смотровом колодце. Смотровые колодцы располагают таким образом, чтобы длина выпуска от ревизии на стояке до оси смотрового колодца должна быть не более указанной в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Максимальные расстояния от ревизии на стояке до оси смотрового колодца [104]

Диаметр условного прохода трубопровода, мм	50	110	160 и более
Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца, м	8	12	15
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При длине выпуска свыше длины, указанной в настоящей таблице, необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца.</p> <p>2 Длину выпуска незагрязненных сточных вод и водостоков при диаметре условного прохода труб 100 мм и более допускается увеличивать до 20 м.</p>			

Трассу дворовой канализации диаметром 150 (160) мм прокладывают параллельно зданию на расстоянии не менее 3 м для твердых грунтов и не менее 5 м – для просадочных со стороны дворового фасада (рисунок 3.41).

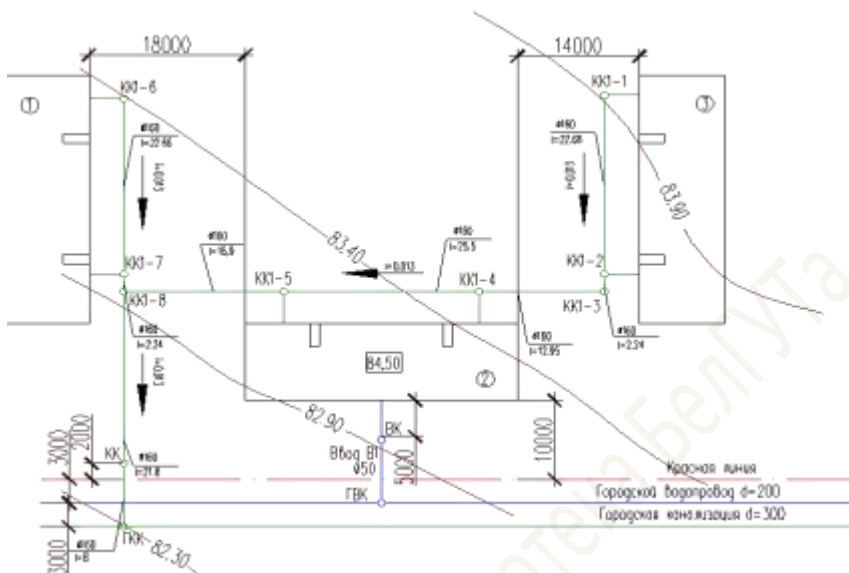


Рисунок 3.41 – Дворовая сеть канализации

Между колодцами трубопроводы прокладывают прямолинейно. Если по каким-либо причинам нужно канализационную трассу резко повернуть, то строят поворотные колодцы, причем допускается угол поворота не менее 90° . Во всех колодцах канализационные трубы (подводящие и отводящие) укладывают либо по уровню жидкости, либо по верхней образующей свода, т. е. шельга в шельгу. В днище колодцев устраиваются направляющие желоба. Высота и ширина желобов должна быть равной принимающей или отдающей трубе. Желоба делают из бетона и создают профиль лотка, который дополнительно железнят (посыпают сухим цементом еще не схватившийся бетон).

Когда уклоны рельефа местности превосходят уклон трубопровода и глубина заложения последнего становится меньше допустимой, строят *перепадные колодцы* (см. рисунок 3.40). В этих колодцах сточные воды ударяются в специально сделанную перегородку и стекают по ней в желоб на дне колодца. Если такой перегородки не будет, падающая с большой высоты вода сначала размочит подбетонку, а потом днище колодца и пойдет в грунт.

В канализационных колодцах подходящие к ним канализационные трубы заканчиваются, переходя в открытые желоба. Это позволяет спустив-

шись в колодец с помощью длинного троса или мощной струи воды пробивать в трубах засоры.

Последний колодец перед уличной канализационной сетью называется контрольным (на чертежах обозначается КК). Его обычно располагают не далее 1–1,5 м от границы участка.

3.3.4 Расчет системы внутреннего водоотведения зданий

При проектировании внутренней канализации строится аксонометрическая схема (рисунок 3.42) с указанием приемников сточных вод, прочисток, ревизий, поставляются абсолютные и относительные отметки подвала, этажей.

Расчет внутренней канализации состоит в определении расчетных расходов сточных вод и подборе диаметров труб, для пропуска расчетных расходов.

Трубопроводы внутренней канализации рассчитывают на пропуск максимального секундного расхода сточных вод q , л/с, который при общем максимальном секундном расходе $q = 8$ л/с в сетях холодного и горячего водоснабжения, обслуживающих группу приборов, определяют по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (3.33)$$

где q_0^s – наибольший нормативный расход сточных вод от приемника с максимальным водоотведением.

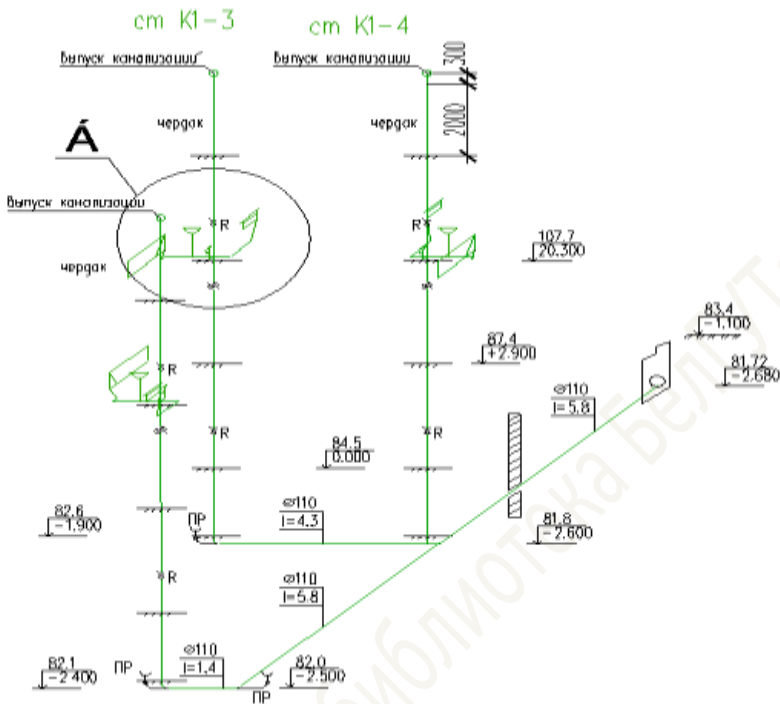


Рисунок 3.42 – Аксонметрическая схема внутренней канализации

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, руководствуясь, назначая скорость движения жидкости v_k , м/с, и наполнение h/d таким образом, чтобы было выполнено условие

$$v_e \sqrt{\frac{h}{d}} \geq \hat{E}, \quad (3.27)$$

где $K = 0,5$ – для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб; $K = 0,6$ – для трубопроводов из других материалов.

Пропускную способность горизонтальных участков трубопроводов из различных материалов рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета канализационных сетей [104]. При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов – не менее 0,3. В тех случаях, когда выполнить указанное условие не представляется возможным из-за недостаточной величины

расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 100 мм – с уклоном 0,02. Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15.

После выполнения гидравлического расчета на аксонометрической схеме указываются длины и диаметры труб (см. рисунок 3.42).

Цель гидравлического расчета дворовой канализационной сети заключается в подборе диаметров, уклонов и глубины заложения канализационных труб при наполнениях и скоростях движения воды, обеспечивающих их самоочищение.

Расчетный расход на участке сети q^s , л/с, определяется по формуле (3.33). При расчете следует помнить, что скорость протекания сточных вод должна быть более 0,7 м/с и на последующем участке должна равняться или быть больше скорости на предыдущем. Уклон канализационных труб принимается в зависимости от рельефа местности, однако для труб диаметром 150 (160) мм он должен быть не менее 0,008, для труб диаметром 200 мм – не менее 0,007.

С минимальным уклоном трубы укладывают, когда уклон местности по их трассе равен или меньше их уклона. Когда уклон местности больше минимального уклона, установленного для труб, им придают уклон поверхности земли. При расчете желательно выбрать единый средний уклон по всей трассе дворовой канализации с целью упрощения ее прокладки. Расчет канализационной сети сводится в таблицу.

Устройство систем внутренней хозяйственно-фекальной канализации зданий должно отвечать требованиям СанПиН и ТКП 45-4.01-54–2007 «Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования», ТКП 45-4.01-208–2010 «Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации. Основные требования».

3.3.5 Особенности выбора оборудования для санитарно-гигиенического узла

В зданиях любого назначения, оборудованных системами внутреннего хозяйственно-питьевого и (или) технического водоснабжения, обязательно должно быть предусмотрено устройство внутренней хозяйственно-фекальной канализации, если иное не предусмотрено СанПин. При этом в не канализованных районах населенных пунктов устройство систем внутренней

хозяйственно-фекальной канализации должно предусматривать локальные сооружения очистки сточных вод.

Санитарно-гигиенический узел (туалетная комната) — помещение, для санитарных и гигиенических процедур, т.е. место, где человек может справиться свои естественные физиологические потребности и привести себя в порядок после данной процедуры. В туалетной комнате расположен унитаз и другие санитарно-технические приспособления, например, писсуар, раковина и биде, душ или ванна. Современные туалеты подсоединены к канализации.

Туалеты имеют очень длинную историю развития, о которой можно почитать, например, на сайтах <http://lifeglobe.net/blogs/details?id=363a> или <http://www.tualet.ru/>. Дадим обобщающую классификацию современных туалетов по разным признакам. Итак, туалеты различаются по следующим признакам:

– *по географии или месту размещения* – городские, сельские, на дорогах, на транспорте;

– *мобильности* (возможность транспортировки / привязка к канализационной системе) – стационарный, полустационарный; мобильный (кабинка; палатка (походный туалет) и др.). Канализационный туалет различается также *по виду приёмного устройства*: туалет с приёмной воронкой (известной более как унитаз) и туалет турецкого типа (часто встречающийся на вокзалах – отверстие с площадками для ног по бокам, т. н. «ступнями»).

– *группам пользования* – общественные (публичные туалеты, рассчитанные на большое количество посетителей и на всеобщую доступность), индивидуальные (личные, частные, собственные), располагаются в квартирах, домах, возле них и т. д., рассчитаны на пользование относительно небольшим количеством определённых людей;

– *очередности использования* – последовательное (разделение для пользователей разного пола не предусмотрено, туалетом могут пользоваться по очереди как мужчины, так и женщины) — располагаются в частных владениях, транспортных средствах (поезда дальнего следования, самолёты), параллельное (разделение на женские и мужские) — располагаются в общественных местах: учреждениях, (кафе, ресторанах, вокзалах и аэропортах, музеи), транспортных средствах;

– *подключению к инженерным коммуникациям*: сетевые; полуавтономные, автономные;

– *технологии или способу удаления фекалий*: канализационный; химический; биотуалетный; выгребные; компостные; сепарационные; сухие (су-

хия сепарационные); ватерклозеты; вакуумные туалеты; термотуалеты; паковочные туалет; туалеты с заморозкой естественный (сельский туалет); ямный туалет;

– *условиям доступа* – платные; бесплатные; условно-бесплатные (доступ разрешается определённом кругу людей: посетителям кафе, пассажирам на вокзале при предъявлении билета и т. п.); условно-платные;

– *источникам финансирования* – бюджетные и частные;

– *устойчивости к вандализму*: антивандальные туалеты.

Рассмотрим особенности некоторого санитарно-гигиенического оборудования.

Возможности современных технологий способны изменить традиционное представление о компоновке привычного санузла. Различные конструкции унитазов ставят перед потребителем многосложную задачу, решить которую можно только после анализа комплекса параметров.

Унитаз – санитарно-техническое приспособление для отправления в первую очередь дефекации людей, устанавливаемое в туалетах и снабжённое системой автоматического или полуавтоматического смыва. Изготавливаются унитазы обычно из фарфора или фаянса и покрыты глазурью, состоят из чаши, которая плавно переходит в гидрозатвор. Верхняя часть чаши – борт – уширена и загнута внутрь, что предотвращает выплескивание воды при ополаскивании чаши. В торцевой части чаши под бортом размещается водораспределительное устройство, которое подаёт воду для смыва загрязнений и ополаскивания внутренних поверхностей унитаза.

В верхней части унитаза за водораспределительным устройством находится патрубок, который служит для присоединения промывного устройства. Выпуск в нижней части унитаза обеспечивает присоединение его к канализационной сети

Унитазы можно классифицировать следующим образом:

– по способу установки – напольные и подвесные;

– виду слива – с бачком и без бачка (скрытый бачок);

– конструкции сливного бачка;

– виду чаши;

– выпуску в канализацию;

– способу смыва;

– материалу изготовления.

По способу установки унитазы можно разделить на те, которые крепятся к полу (напольные) и подвесные (рисунок 3.43).



Рисунок 3.43 – Напольные (а) и подвесные (б) унитазы

<http://www.kayros.biz/sites/default/files/risunok>

Напольные унитазы устанавливаются на пол и крепятся к нему с помощью дюбелей, которые обычно идут с ним в комплекте. Подвесные унитазы крепятся к стене с помощью блочной или рамочной инсталляции. Блочная инсталляция применяется при креплении к несущей стене. Для этого применяют металлические пластины и анкерные болты. Рамочная инсталляция применяется, если подвесной унитаз крепят на гипсокартонной или другой непрочной стене. Такая инсталляция обычно состоит из рамы, сваренной из стальных труб, и крепиться к полу и к стене, передавая основную нагрузку на пол. Такое крепление может выдержать до 400 кг. Бачок у подвесного унитаза обычно выполнен из прочного пластика и заделывается в стену вместе с инсталляцией. На поверхности остается только кнопка спуска воды. Механизм такого бачка выполнен так, что при необходимости он извлекается через отверстие для кнопки спуска.

Удобным и заслуживающим внимания вариантом для оборудования санитарных узлов общественных туалетов служит напольный унитаз или чаша Генуя (рисунок 3.44). Напольный унитаз отличается от обычного унитаза более простой формой, что намного упрощает его техническое обслуживание. Ведь напольный унитаз не оборудуется бачком для смыва, который требует периодического обслуживания и регулировки водоразборной арматуры. В качестве смывного устройства в напольном унитазе используется смывной кран или друшпюлер, что намного упрощает его эксплуатацию (<http://profsantehnik.by/poleznaya-informaciya/ustanovka-napolnogo-unitaza-chashi-genuya>).

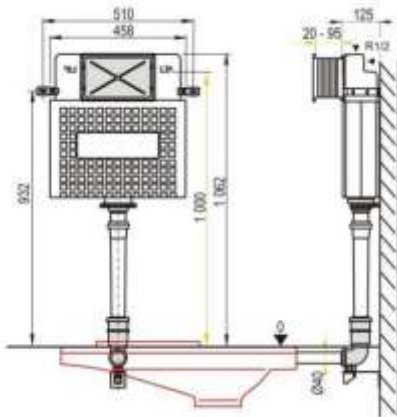


Рисунок 3.44 – Чаша Генуя

(http://promportal.su/foto/good_fotos/15/152068/in_stallyaciya_dlya_chash_genuya_foto_largest.jpg)

Бачок унитаза может быть разной конструкции, устанавливаться непосредственно на нем или отдельно. Наиболее распространенным вариантом является установка бачка непосредственно на заднюю полочку унитаза – так называемый «компакт».

По виду управления сливом бачки унитазов бывают с рычажным или кнопочным включением слива. Большинство современных моделей оснащены кнопочными механизмами спуска, и обычно имеют две кнопки или одну двойную: для экономного смывания 2–3 л воды, и для полного – 6–8 л.

Вода может подводиться к бачку сбоку или снизу. Подвод снизу обеспечивает более бесшумное наполнение его водой.

По конструкции сливного бачка и способу взаимосвязи последнего с унитазом различают следующие модели: отдельные и моноблочные, а также без сливного бачка, в которых смывание производится непосредственно из водопроводной системы.

По виду чаш унитазы делятся на три основных вида:

- с тарельчатыми чашами, задняя стенка такой чаши унитаза имеет форму уступа в виде тарелки. Преимущество такой формы – отсутствие «всплеска», недостаток – возможное появление неприятного запаха;
- козырьковыми чашами, задняя стенка таких унитазов расположена с наклоном вперед относительно пола, в результате чего, в отличие от тарельчатой формы, отсутствуют брызги, а также не появляются запахи;
- воронкообразными чашами, такие чаши используются в основном в импортных моделях унитазов. Эта форма чаши считается наиболее гигиеничной, но в них большая вероятность «всплеска».

По способу выпуска и расположению отводов (рисунок 3.45) для подсоединения к канализации бывают унитазы с горизонтальным, вертикальным и косым (наклонным) выпуском (30–45° относительно пола). При выборе способа выпуска необходимо ориентироваться на расположение и местонахождение канализационной трубы, к которой будет подсоединён унитаз.

Если канализационная труба расположена в полу, то наиболее целесообразным будет вертикальный выпуск, что может и существенно сэкономить место. Унитаз с косым выпуском выбирается обычно при расположении канализационной трубы на полу, но близко к стене, так что конструкцию с вертикальным выпуском установить нет возможности. При этом он к канализационной трубе подсоединяется с помощью специального гофрированного патрубка, который без проблем можно приобрести в магазине.

Горизонтальный отвод является универсальным. С помощью того же гофрированного патрубка такой унитаз может быть подсоединен к канализации, находящейся как в полу, так и в стене.

Виды по материалу изготовления. Наиболее распространены керамические унитазы. Для их изготовления чаще всего применяют два материала: фарфор и фаянс. Они оба производятся из одинакового сырья, различие состоит лишь в технологии обжига. Фарфор более качественный материал, по сравнению с фаянсом.



Рисунок 3.45 – Разновидности выводов унитазов:

- а* – козырьковый с косым выпуском; *б* – тарельчатый с прямым выпуском;
в – воронкообразный; *г* – консольный; 1 – гидрозатвор; 2 – борт; 3 – чаша;
 4 – водораспределительное устройство; 5 – патрубок; 6 – выпуск

По способу смыва унитазы могут быть с прямым и обратным смывом. В конструкциях с прямым смывом вода из бачка, не изменяя направления своего движения, омывает чашу унитаза. При таком способе смыва иногда образуются брызги, и довольно много шума. В конструкциях с обратным

смывом вода, из-за особенности конструкции, по полуоткрытым каналам меняет направление движения на противоположное и тем самым обеспечивает более равномерное смывание. Кроме этого, при таком способе смыва уровень шума и расход воды меньше, чем при прямом.

Также следует сказать о дополнительных технологических решениях, используемых в дорогих моделях: сиденье с микролифтом – крышка, совершая маневр «закрывание», подтормаживается специальным устройством, встроенным в петли; обод с подогревом; антибактериальное излучение; программируемый смыв.

Специально для малогабаритных квартир созданы унитазы с функцией биде. Это идеальное решение для рационального использования места с максимальным комфортом для жильцов. *Биде* – это приспособление, по виду сходное с унитазом, со специальным устройством, подающим из смесителя водяной фонтанчик, цель которого – заменить туалетную бумагу. Биде впервые стали применять во Франции в XVII веке. И по сей день это достаточно актуальная разновидность сантехники. Обычно изготавливается из санфаянса.

Биде подразделяются на несколько видов. *Напольные биде* (рисунок 3.46, а) монтируются к полу, что значительно облегчает их установку и эксплуатацию, в отличие от подвесных моделей. Кроме того, высокое качество подобной сантехники гарантирует их длительное использование, а также избавляет от необходимости тщательного ухода. Весьма интересным качеством является и оформление напольных биде. Кроме того, у каждого производителя можно найти и вполне универсальные классические биде, которые смогут вписаться в интерьер любой ванной комнаты.

В *подвесных (настенных) биде* все коммуникации, осуществляющие подвод воды к системе слива, скрыты или замаскированы в стене. Преимущества подвесных биде заключаются в экономии свободного пространства в помещении санузла, а также их надежности, практичности и удобстве в эксплуатации.

Электронная крышка-биде – это крышка, которая одевается на унитаз и превращает его в биде (рисунок 3.46, б). Отлично подходит для небольших санузлов, где нет возможности установить биде отдельно. У электронных крышек-биде SensPa могут присутствовать такие функции, как подогрев сидения, возможность регулировки температуры и напора воды, возможность обмыва и сушки различных частей тела, вентиляции, дезодорирования воздуха и другие. Электронная крышка-биде имеет антибактериальное покрытие.



Рисунок 3.46 – Примеры конструктивного оформления биде:

а – напольное; б – электронная крышка

(http://www.kayros.biz/sites/default/files/risunok39_0.jpg)

(<http://osantehnike.by/stati/item/obzor-elektronnyh-kryshek-bide-senspa>)

Писсуар – это вариант унитаза, созданный специально для мужчин. Используется в основном в общественных туалетах (рисунок 3.47). Изготавливается из санфаянса, реже – из эмалированного металла, пластмассы, нержавеющей стали.



Рисунок 3.47 – Примеры конструктивного оформления писсуаров

(<http://www.kayros.biz/sites/default/files/risunok41.jpg>)

Конструкция писсуара проста: к чаше сверху подведена вода, снизу устроен выпуск. После того как человек воспользовался писсуаром, струя воды омывает чашу и удаляет содержимое. Сифон, установленный после выпуска, препятствует проникновению неприятных запахов из канализации. Смыв (слив) воды обычно производится с помощью крана для писсуара, открываемого вручную

или автоматически. Есть модели, оборудованные сливным бачком, как унита-зы. Некоторые писсуары (особенно те, что предназначены для установки в частном доме или квартире) оснащены крышкой.

По способу монтажа писсуары бывают настенные и напольные, по типу систем подключения – с верхним [смывное устройство (вентиль) находится снаружи стены] и со скрытым [все отверстия (подвод воды и слив в канализацию) такого писсуара находятся внутри] подключением, по способу смыва – оснащенные ручной, полуавтоматической или автоматической системой смыва.

Также выпускается безводный, или «сухой» писсуар, у него отсутствует как водоподводящая, так и водоотводящая магистрали. В качестве приемной воронки используется помещаемый в основание писсуара сменный картридж, подверженный биораспаду. Биостоки проходят через картридж, просачиваясь через гидравлический затвор, состоящий из более легкой, чем вода, жидкости, которая смыкается за проследовавшим объемом жидкости. Ниже этого затвора биостоки полностью улавливаются, что позволяет стопроцентно избежать появления неприятного запаха.

Антивандальный писсуар – сантехническое оборудование в любой туалетной комнате общего пользования – в ресторане, торговом центре или на вокзале, который обладает высочайшей прочностью и износостойкостью, функционален и предназначен для эксплуатации большим количеством людей, а также устойчив к химическим, физическим и механическим воздействиям.

При разработке систем смыва начали широко внедрять новые электронные технологии. Так, сенсорная кнопка, которая может быть установлена возле любого санитарно-технического устройства, обеспечивает бесконтактный смыв, который происходит автоматически после каждого пользования туалетом. Для индикации пользования туалетом служит инфракрасный датчик, который определяет, когда человек отошел от туалета, и, таким образом, устройство может начать смыв в унитазе, писсуаре и др., без необходимости физического прикосновения к кнопке. Датчик реагирует на нахождение человека перед датчиком больше чем 7,5 секунд на расстоянии от 0,3 до 0,7 метров. Смыв установлен через 2 секунды после отхода человека от туалета. Уровень смыва установлен на 6 л. В комплект входит кнопка для мануального смыва, которая может быть использована при необходимости дополнительного смыва (например, при уборке). Сенсорная кнопка запрограммирована на автоматический дополнительный смыв, который происходит после каждого восьмого смыва в соответствии со стандартами гигиены ЕС, а также автоматический смыв через 24 часа после последнего пользования туалетом. При необходимости сенсорная кнопка может быть отключена.

3.3.6 Необходимость гидравлических затворов

Гидравлические затворы (сифоны) (рисунок 3.48) устанавливают после каждого санитарного прибора, кроме приборов, в конструкции которых предусмотрен гидрозатвор (унитазы, трапы, некоторые виды писсуаров). Вредные газы из системы канализации задерживаются в гидрозатворе слоем воды высотой 50–70 мм, который образуется в изгибе трубопровода (*U-образные*, рисунок 3.48) или между двумя цилиндрами (*бутылочные*).

Незасоряемость сифонов обеспечивается большим проходным сечением и гладкой внутренней поверхностью (эмалированной или асфальтированной). Для прочистки гидрозатворов и примыкающих к ним участков предусматриваются отверстия, закрываемые крышками (сифоны-ревизии) или пробками.

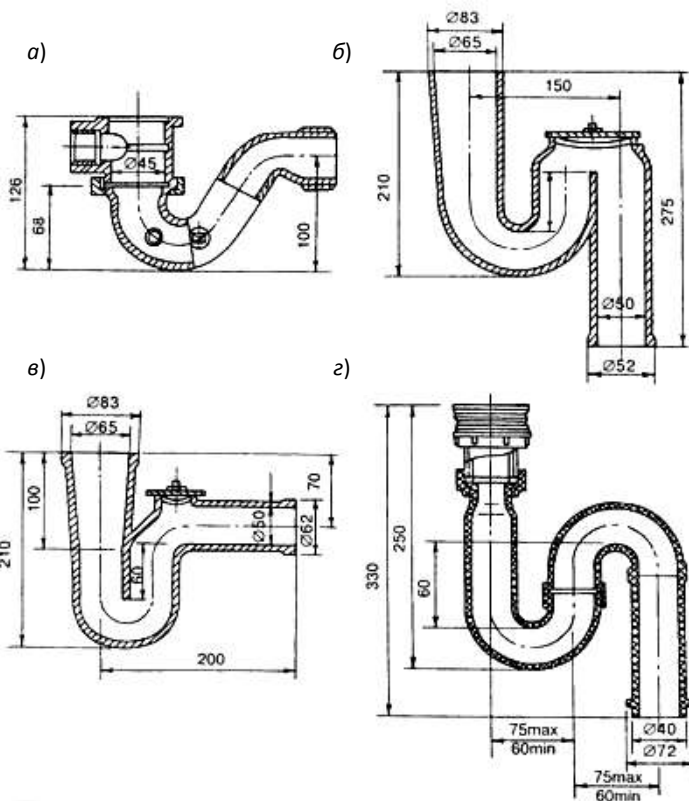


Рисунок 3.48 – Схемы гидрозатворов (сифонов):

а – напольный для ванн; б – двухоборотный с ревизией; в – прямой с ревизией;

г – пластмассовый двухоборотный разборный

http://www.baurum.ru/library/?cat=internal_sewage&id=1525

Двухоборотные гидрозатворы (сифоны) устанавливают с мойкой, умывальниками, писсуарами, напольными чашами.

Бутылочные сифоны монтируют с умывальниками, мойками, биде, ножными ваннами.

Для ванн выпускают сифон небольшой высоты, который имеет тройник для присоединения переливной трубы.

Сифоны изготовляют из чугуна, в настоящее время получили распространение и сифоны из пластмассы.

Принцип действия сифонов можно рассмотреть на примере сифона колленчатого типа, устанавливаемого под умывальником или кухонной мойкой. Он заключается в следующем: за счёт изогнутости трубы сифона в виде петли в нём всегда остаётся вода, создающая гидравлический затвор, то есть водяную пробку, препятствующую проникновению запахов из системы канализации в помещения зданий.

Внутренняя канализационная сеть состоит:

- из подводов (отводных трубопроводов), которые собирают сточные воды от санитарных приборов и присоединяются к их гидрозатворам;

- стояков, представляющих собой вертикальные трубопроводы, которые собирают стоки от подводов и транспортируют их в нижнюю часть здания;

- горизонтальных линий, которые собирают стоки от стояков и транспортируют их к выпуску, отводящему стоки в дворовую канализационную сеть;

- вытяжной части, которая служит для предотвращения отсасывания воды из гидрозатворов при образовании вакуума в стояке во время сброса жидкости и вентиляции внутренней и наружной сети;

- устройств для прочистки.

Отводные трубопроводы от небольшого количества приборов при малых расходах сточных вод обычно относят к категории безрасчетных и их диаметры назначают в зависимости от диаметра наибольшего выпуска присоединенных приборов. Диаметр выпуска у унитаза – 100 мм, у всех остальных приборов – 50 мм.

Вытяжную часть устраивают в виде трубы, которая является продолжением стояка и выходит на кровлю здания: 0,3 м – от плоской неэксплуатируемой кровли; 0,5 м – от скатной кровли; 3,0 м – от плоской эксплуатируемой кровли [104].

Чтобы уменьшить количество вытяжных частей на кровле, несколько стояков объединяют сборным трубопроводом, от которого выводят одну трубу на кровлю.

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации необходимо предусматривать установку ревизий или прочисток [104]:

- в нижнем и верхнем этажах на стояках при отсутствии на них отступов, а при наличии отступов — и в вышерасположенных над отступами этажах;
- не реже чем через три этажа в жилых зданиях;
- в начале участков (по движению сточных вод) отводных труб при количестве присоединяемых приборов три и более, под которыми нет устройств для прочистки;
- при изменении направления движения сточных вод не более одного поворота на одну прочистку, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки на поворотах сети.

Ревизии, монтируемые на вертикальных и горизонтальных участках трубопроводов, позволяют прочищать их в обоих направлениях. Ревизия представляет собой люк в трубе, закрываемый крышкой на четырех болтах или винтовой крышкой с резиновой прокладкой (рисунок 3.49, а).

При подземной прокладке труб над ревизией устраивают смотровые колодцы, закрываемые крышкой.

Прочистки (см. рисунок 3.49, б) устанавливают в местах, где требуется прочистка труб только в одном направлении. Прочистки выполняют в виде косоугольного тройника и отвода 135° или двух отводов 135°, обеспечивающих плавный вход прочищающего каната в трубу. Прочистка закрывается заглушкой.

Прочистка отличается от ревизии тем, что через неё можно пробить засор лишь в одном направлении.

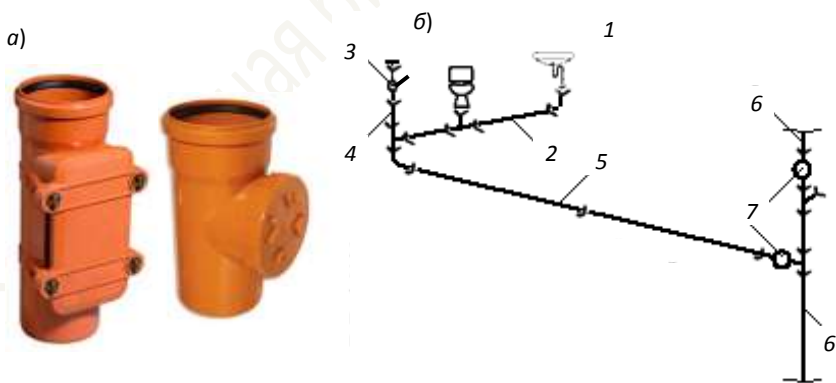


Рисунок 3.49 – Ревизии из полипропилена (а) и схема установки ревизии и прочистки (б): 1 – умывальник; 2 – разводной канализационный трубопровод; 3 – прочистка; 4 – неветилируемый стояк; 5 – отводной канализационный трубопровод; 6 – стояк канализационный; 7 – ревизия стояка

Напротив ревизий на стояках при скрытой прокладке должны устанавливаться люки размерами не менее 0,3–0,4 м.

Значения максимально допустимых расстояний между ревизиями и прочистками на горизонтальных участках сетей внутренней канализации приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Расстояния между ревизиями и прочистками [104]

Диаметр трубопровода, мм	Максимально допустимое расстояние, м, между ревизиями или прочистками в зависимости от вида сточных вод			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
От 100 до 150	20	15	12	Ревизия
200 и более	25	20	15	Ревизия

Диаметр канализационного стояка следует принимать в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку по таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Рекомендации выбора диаметра канализационного стояка [104]

Диаметр поэтажного отвода, мм	Угол присоединения отвода к стояку, град	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, при его диаметре, мм	
		50	100
50	90	0,8	4,3
	60	1,2	6,4
	45	1,4	7,4
100	90	–	3,2
	60	–	4,9
	45	–	5,5

4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

4.1 Канализование твердых отходов (мусороудаление)

4.1.1 Системы мусороудаления

Система мусороудаления предназначена для удаления из зданий твердых бытовых отходов (органических и минеральных), которые образуются в процессе жизнедеятельности людей.

Систему мусороудаления также можно отнести к системе канализации, т.к. при удалении органических отходов может использоваться система водоотведения. Количество твердых бытовых отходов в сутки на одного человека в среднем составляет, например, для жилых домов 0,63 кг.

В процессе жизнедеятельности людей образуются различные отходы и отходы, представляющие собой бытовой мусор и вторичное сырье (утиль).

В жилых и общественных зданиях накапливаются отходы, которые могут быть отнесены к органическим (загнивающим) и минеральным (незагнивающим).

На сегодняшний день в современных городах и населенных пунктах для удаления мусора применяют сплавную, вывозную и пневматическую системы.

Сплавную систему мусороудаления применяют только для удаления органических отходов из зданий. Она основана на использовании сети внутренней канализации. Система предусматривает оборудование моек или раковин специальными измельчителями (диспоузерами), которые устанавливаются снизу на выпуске (рисунок 4.1). Пищевые отходы и отходы в дробилке измельчаются, разбавляются водой из водопровода и сплавляются в канализационную сеть здания.

Электрические измельчители пищевых отходов являются самыми распространенными и работают от бытовой электрической розетки (рисунок 4.2).



Рисунок 4.1 – Диспоузер на выпуске мойки



Рисунок 4.2 – Электрический диспоузер

Отходы пищи попадают в измельчающую камеру, на дне которой находится вращающийся металлический диск. За счет центробежной силы отходы распределяются по стенкам камеры, на которых находятся специальные самозатачивающиеся терки. Измельчение происходит за счет трения отходов об эти терки. Кроме этого, на диске находятся специальные свободно вращающиеся кулачки, которые служат для предварительного дробления твердых отходов, а также для растирания отходов о терки на стенках камеры. Измельченные отходы сквозь отверстия в диске смываются водой прямо в канализационную трубу.

Недостатком данной дробилки является невозможность измельчения всех пищевых отходов. Овощи жилистой структуры (сельдерей) не поддаются измельчению. Некоторые модели дробилок создают сильный шум.

Механический измельчитель менее распространен, чем электрический.

Такая дробилка состоит из корпуса, внутри которого находятся пять острых лезвий из нержавеющей стали (рисунок 4.3). Ножи приводятся в движение под действием напора воды и измельчают отбросы. Практически все органические отбросы поддаются измельчению. Правильная работа дробилки очень сильно зависит от напора воды во внутреннем водопроводе, который должен поддерживаться на требуемом уровне.

Данная система мусороудаления не получила в нашей стране широкого распространения, хотя в США более 95 % домов оборудованы измельчителями пищевых отходов.

Пневматическая система мусороудаления представляет собой систему подземных трубопроводов, которые транспортируют мусор в сборный резервуар с по-



Рисунок 4.3 – Механический диспоузер

мощью воздуха на различные расстояния (рисунок 4.4). Затем мусор вывозится из резервуара мусоровозом. Данная система построена в Москве в районе Чертаново, а также в Санкт-Петербурге. В связи с дороговизной строительства эта система не получила широкого распространения. Преимущества системы заключаются в отсутствии неприятных запахов и контакта обслуживающего персонала с мусором.

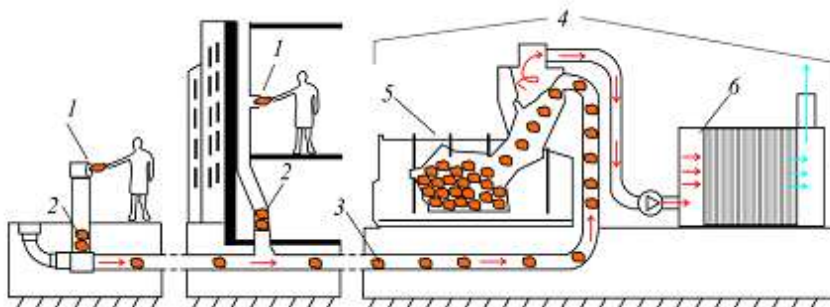


Рисунок 4.4 – Принципиальная схема пневматического мусороудаления микрорайона:

- 1 – мусор помещается в загрузочный люк (клапан); 2 – мусор временно накапливается в накопителе над разгрузочным клапаном; 3 – мешки с мусором засасываются в герметичный подземный трубопровод воздухом; 4 – место отделение мусора от транспортирующего его воздуха; 5 – мусор накапливается в контейнере, который затем увозится мусоровозом;
- 6 – воздух проходит через фильтр, очищается в нем и выбрасывается наружу в атмосферу

Вывозная система мусороудаления для малоэтажных зданий предусматривает сбор мусора в квартире в специальные ведра и вынос их в уличный контейнер, расположенный недалеко от здания. Затем контейнер увозится мусоровозом на мусоросжигательный (мусороперерабатывающий) завод.

Вывозная система мусороудаления для многоэтажных и высотных зданий предусматривает сбор мусора в специальные ведра и вынос их в мусоропроводы, расположенные на лестничных клетках зданий. Мусор подается по стволу мусоропровода, попадает в контейнер, находящейся в мусоросборной камере под стволом мусоропровода. Затем обслуживающий персонал разгружает контейнер с мусором или в мусоровоз, или в уличный контейнер, который потом увозится.

Недостатком таких систем является невозможность организации раздельного сбора мусора для его сортировки и вторичной переработки.

4.1.2 Сухие холодные, горячие (огневые) и мокрые мусоропроводы

В настоящее время существует несколько видов мусоропроводов: сухие (холодные), огневые (горячие), мокрые, строительные.

Наибольшее распространение получили сухие (холодные) мусоропроводы (рисунок 4.5).

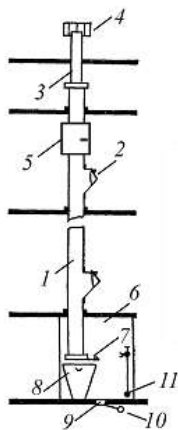


Рисунок 4.5 – Схема сухого (холодного) мусоропровода:
1 – ствол; 2 – загрузочный клапан; 3 – ствол вытяжной вентиляции;
4 – дефлектор; 5 – очистное устройство; 6 – мусоросборная камера;
7 – шибер; 8 – контейнер для сбора мусора; 9 – трап; 10 – внутренняя канализация; 11 – холодный и горячий водопровод

Основными элементами **сухих мусоропроводов** являются:

- вертикальный ствол диаметром 400–500 мм из стальных труб, проходящий через все этажи; загрузочные клапаны, установленные на каждом этаже;
- мусоросборная камера, в которой собирается сбрасываемый мусор; ствол для вентиляции, выходящий на крышу здания.

Вертикальный ствол предназначен для приема и транспортирования отходов в мусоросборную камеру, в которой размещен контейнер для мусора. В нижней части ствола монтируют шибер – устройство для отключения ствола при смене контейнеров в мусоросборной камере. Загрузочный клапан предназначен для приема отходов и сброса их в ствол. Клапан выполняется в форме загрузочной коробки из нержавеющей стали и устанавливается на каждом этаже здания.

Мусоросборную камеру размещают под каждым стволом мусоропровода на первом этаже или в подвале. Полезная площадь камеры составляет не менее 4 м². Камеру оборудуют мусорным контейнером, поливочным краном и раковиной с подводкой холодной и горячей воды. В полу камеры для отвода стоков от мойки устанавливают трап, соединенный с внутренней канализационной сетью. В камере устанавливают прибор для отопления, чтобы поддерживать температуру не ниже +5 °С.

В верхней части здания мусоропровод выходит на чердак и дальше на крышу. Вентиляция мусоропровода осуществляется через трубу, которая выходит на крышу здания на высоту не менее 0,5 м. Вентиляционный тру-

бопровод заканчивается дефлектором, который значительно улучшает работу вытяжной вентиляции. Для усиления вентиляции может использоваться вентилятор.

Для прочистки, промывки, дезинфекции и пожаротушения ствола мусоропровода на последнем этаже устанавливают специальное устройство, которое монтируется на ствол (рисунок 4.6) и состоит из шкафчика, в котором находятся ершик с лебедкой, спринклерная головка, а также устройство для смешивания дезинфицирующего раствора с водой. Устройство имеет подвод воды от внутреннего водопровода.

Дезинфекцию ствола желательнее проводить зимой один раз в две недели, а летом – еще чаще.

Огневые мусоропроводы устраивают главным образом в лечебных учреждениях, где необходимо выполнять уничтожение инфицированных отходов на месте их сбора. Накопленный мусор не реже одного раза в сутки сжигается ночью с удалением продуктов сгорания через ствол в дымовую трубу. Происходит хорошая дезинфекция внутренней поверхности ствола мусоропровода. Нижнюю камеру мусоропровода оборудуют специальным устройством для подачи газа для сжигания отходов.

Ввиду сложности устройства, скопления золы и шлака и большого задымления воздушного бассейна города применение таких мусоропроводов ограничено.

Мокрые мусоропроводы состоят из ствола с приемными клапанами. В верхней части находится специальное устройство для подачи воды с целью орошения и обмыва внутренней поверхности ствола. Внизу под стволом находится резервуар с устройством для дробления мусора и сборником, соединенным с системой бытовой канализацией.

Мокрые мусоропроводы недостаточно гигиеничны, требуют большого расхода электроэнергии и воды, специального обслуживания, поэтому в настоящее время не применяются.



Рисунок 4.6 – Очистное устройство мусоропровода



Рисунок 4.7 – Строительный мусоропровод

Строительный мусоропровод (рисунок 4.7) является временным сооружением и служит для перемещения мусора во время строительства зданий в мусорный контейнер, расположенный на строительной площадке. Он состоит из специальных секций, которые соединяются между собой цепями. Формы могут быть изготовлены как из пластмассы, так и из железа.

Строительный мусоропровод может крепиться, например, к балконам. Использование любого другого мусоропровода, кроме строительного, для удаления мусора при возведении здания категорически запрещается.

4.2 Строительные аспекты повышения экологической безопасности полигонов твердых бытовых отходов

4.2.1 Воздействия полигонов твердых бытовых отходов на окружающую среду

С ростом городов люди все больше сталкиваются с резким нарастанием экологических проблем, самой острой из которых является огромное количество твердых бытовых отходов.

Твёрдые бытовые отходы (ТБО) – наибольшая часть отходов потребления. Это предметы или товары, потерявшие потребительские свойства. ТБО делятся также на биологические твердые отходы (отбросы) и собственно небιологические твердые отходы искусственного или естественного происхождения, они же – бытовой мусор.

С каждым годом во всех странах мира количество твердых бытовых отходов (ТБО) возрастает. Объем ТБО на душу населения в настоящий момент в странах Европы составляет в среднем 200–700 кг/год, в США – 665 кг/год, в России и Беларуси – 250–300 кг/год [111]. Несмотря на используемую технологию утилизации, ТБО всегда требуют отлаженной и продуманной системы сбора и транспортировки.

В состав бытового мусора входят органические и неорганические части, которые не могут быть использованы на месте. Однако накопление и хранение их нарушает санитарное состояние жилищного фонда. Крупные города создают организованные полигоны ТБО. Вблизи небольших поселений возникают свалки. Полигоны твердых бытовых отходов сами становятся источником опасности [111].

Гниющие отходы – источник парниковых газов (углекислого газа, метана и др). Учитывая масштаб таких объектов, как полигоны, выбросы парниковых газов от свалок представляют серьезную долю в проблеме глобального потепления.

Особую опасность свалки бытовых отходов представляют для подземных и наземных водоисточников. При движении мусора от ведра в квартире до свалок (полигонов ТБО) включительно и их эксплуатации выделяется так называемый фильтрат – жидкая коричнево-бурая составляющая ТБО с резко выраженным гнилостным запахом [26]. Основными источниками образования фильтрата в теле полигона является:

- исходная влажность отдельных компонентов;
- атмосферная влага;
- влага, образующаяся в результате биохимических процессов в теле полигонов ТБО;

Когда происходит загрязнение, оно касается одновременно и самой грунтовой воды, и той твердой породы, через которую эта загрязненная вода протекает, что делает очистку и восстановление водоносного пласта очень трудным и дорогостоящим делом. Эффективных технологий очистки и утилизации фильтрата пока не существует. Постоянное использование загрязненных подземных вод приводит к резкому снижению иммунитета организма и развитию лейкозоподобных заболеваний как у человека, так и у домашних животных [111].

Суммарная площадь земельных отводов для размещения полигонов твердых отходов составляет около 900 га, более 50 % которых занято отходами. На мини-полигоны приходится примерно 3 тыс. га земли.

Анализ данных об окончательном удалении отходов в Беларуси в 2009–2013 гг. позволил сделать следующие выводы:

- в 2013 г. по сравнению с 2009 г. объем отходов производства на объектах хранения увеличился с 817 400 до 911 600 тыс. т, или на 11,5 %; ежегодное накопление отходов в рассматриваемый период составляло от 13 300 до 29 200 тыс. т;

– количество отходов в солеотвалах РУП «ПО «Беларуськалий» в 2009–2013 гг. увеличивалось ежегодно в среднем на 19 222,4 тыс. т, а общее количество шламов галитовых глинисто-солевых – на 2584,3 тыс. т;

– удельный вес окончательно удаляемых отходов производства в общем объеме образующихся отходов производства в 2009–2013 гг. составлял в среднем 66,5 %; галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых – 95,6 %;

– объем твердых коммунальных отходов, захораниваемых на полигонах ТКО, в 2013 г. составил 16 739 тыс.м³, увеличившись по сравнению с двумя предшествующими годами в 1,2–1,4 раза.

Проблема обращения с отходами относится к числу ключевых экологических проблем. Ее важность обусловлена двумя причинами: во-первых, отходы, как правило, содержат полезные вещества и материалы – вторичные ресурсы, неэффективное использование которых означает их потерю для экономики, во-вторых, они загрязняют окружающую среду. Вопросы уменьшения экологической опасности, обусловленной накоплением отходов, активно обсуждаются в научном сообществе.

4.2.2 Управления твердыми бытовыми отходами: отечественный и зарубежный опыт. Законодательное обеспечение управления отходами в Республике Беларусь

После Всемирной конференции по окружающей среде в Рио-де-Жанейро в 1992 г., во всех промышленно развитых странах, странах с переходной экономикой и во многих развивающихся странах стали разрабатываться стратегии устойчивого развития, составной частью которых являются природоохранные аспекты. Во многих странах разрабатываются национальные, региональные и местные планы по охране окружающей среды, важным компонентом которых являются проблемы управления отходами, в том числе и ТБО.

Признано целесообразным выделять приоритеты в решении задач в области обращения с отходами в такой последовательности:

- предотвращение образования отходов;
- максимально возможное снижение содержания опасных веществ в отходах и ущерба, причиняемого ими;
- максимально возможная утилизация, вторичное использование, рециклинг и компостирование используемых компонентов отходов;
- экологически чистая переработка материалов перерабатываемых отходов с утилизацией избыточного тепла (в случае термического обезвреживания отходов);

– экологически чистое удаление (захоронение) оставшейся части отходов [5].

На рисунке 4.8 представлена схема полигона, отвечающего всем экологическим и конструктивным требованиям.

Система утилизации отходов в Канаде стала расти и развиваться с 1986 года, когда канадский Совет министров по окружающей среде установил цели и схемы по минимизации отходов до 50 % к 2000 году. Ключом к снижению отходов на 50 % стала так называемая Программа снижения отходов 4R (*Reduction, Reuse, Recycling and Recovery*) – снижение, повторное использование, переработка, утилизация. 4R – это иерархия, в которой «снижение» является предпочтительнее, где это возможно, потому что лучше не создавать отходы вообще. Если отходы появились, то они должны быть повторно использованы. И третья из лучших альтернатив – «переработка». Наконец, материалы можно утилизировать, если для них невозможно применить ни одну из предыдущих альтернатив [1].

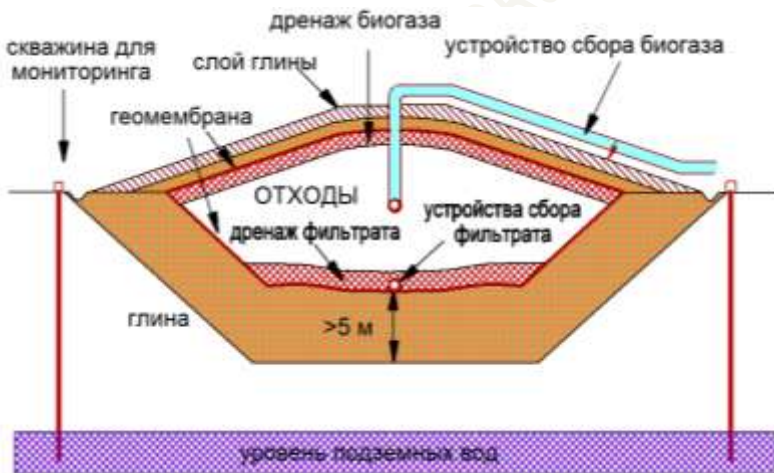


Рисунок 4.8 – Схема экологически безопасного полигона

Основным направлением в обращении с твердыми бытовыми отходами является их переработка, сортировка и использование вторичных ресурсов. Под переработкой и использованием отходов понимается вовлечение отходов в хозяйственный оборот, при котором они используются при производстве продукции, энергии, выполнении работ, оказании услуг. Данный показатель характеризует уровень использования отходов и степень эффективности мер по предотвращению загрязнения окружающей среды отходами.

На самом деле, термин «ТБО» является обобщающим понятием, ведь бытовые отходы могут иметь совершенно разные характеристики. В понятие бытовых отходов можно включить пищевые отходы, стеклотару, жестяные консервные банки, макулатуру, стеклобой, пластиковые бутылки и другие полимеры. Однако не все виды отходов можно обработать. Некоторые подлежат захоронению.

По энергозатратам переработка смеси ТБО практически всегда проигрывает сортировке и последующей переработке отдельно собранных компонентов ТБО. Поэтому селективный сбор ТБО остается главным инструментом комплексного подхода решения проблемы ТБО в развитых зарубежных странах.

Система утилизации отходов, состоящих из различных материалов, функционирующая в провинции Онтарио, основана, главным образом, на принципе разделения отходов на месте их образования. Принцип муниципалитета – "бесплатный труд" граждан не должен рассматриваться как эксплуатация. В целом, граждане расположены к сотрудничеству при первоначальном разделении отходов и делают это из чувства солидарности и своей ответственности за состояние окружающей среды, а также из ощущения возможности внести свой позитивный персональный вклад.

"Голубой контейнер" — это и контейнер, который в Канаде используется для вторичного сырья, и символ их системы утилизации. Все граждане получают голубой контейнер для сортировки вторсырья. С помощью контейнеров для утилизации отходов, которые используются на улицах, удается направлять на переработку вместо захоронения почти 70% уличных отходов. Эти контейнеры окупают себя размещенной на них рекламой, аналогично рекламе на крытых автобусных остановках [71].

В **Канаде** не обязывают участвовать в утилизации отходов: это дело добровольное. Вместе с тем, спустя более чем десять лет, число участвующих превышает 90 % [115].

Разработанные процессы первичной сортировки ТБО, а также ручного или механизированного разделения на предприятиях по их переработке позволяют выделить такие ценные компоненты отходов, как черный и цветной металл, пластмасса, стекло, и превратить основную массу ТБО в органическое удобрение, тепловую энергию, строительные материалы.

В области управления отходами в **Японии** проводится продуманная и целенаправленная комплексная политика, результаты которой видны невооруженным глазом: некогда замусоренные японские города – самые чистые в мире. Для предприятий составляются подробные руководства по утилизации промышленных отходов, а с населением проводится активная разъяснительная работа, включающая широкое распространение наглядной информации о важности заботы об окружающей среде и участия каждого члена общества в решении этой проблемы.

Япония является примером страны, где еще в докапиталистический период развития, по сути, сложилось общество «рециклирования», в котором в дело шли все отходы. Почти полная изоляция от внешнего мира с начала XVII в. и до середины XIX в. вынуждала Японию опираться только на собственные ресурсы и, как следствие, стремиться к их экономному и разумному использованию. Иными словами, концепция «рециклирования отходов» и образ жизни в соответствии с идеей «замкнутого цикла» возникли в этой стране естественным образом. Справедливости ради надо признать, что на более ранних стадиях развития общества в той или иной степени в соответствии с данной концепцией жизнь протекала и в других странах [90].

В **Швеции** семья, живущая в отдельном доме, платит половину стоимости вывоза отходов, если подписывает обязательство сортировать пластик, жести, стекло и бумагу, а также компостировать органические остатки.

В **Швейцарии**, на улицах Женевы, установлены металлические контейнеры для битых и нестандартных бутылок, стекло при этом сортируется по цвету: белое, зеленое, коричневое (на контейнерах имеются соответствующие надписи). Для отработанных батареек вокруг крупных магазинов и школ устанавливают специальные небольшие ящики. Подсчитано: 80 % проданных в стране батареек вновь поступает в оборот. Женевцы собирают и бытовой алюминий. Инициативная группа «Не растрачивай алюминий» печатает и распространяет листовки, призывающие граждан подключаться к акции [112].

Стремительное образование все большего количества отходов является предметом беспокойства и для **Европейского Союза**. Ежегодно в странах-членах Союза образуется 1,3 млрд т отходов, т.е. 3,5 т на каждого жителя. Этот объем включает муниципальные, промышленные и другие виды отходов, за исключением сельскохозяйственных. В общем их объеме выделяют отходы: промышленные (25 %), горнодобывающей промышленности (24 %), строительные (31 %), твердые бытовые (14 %), а также образующиеся при производстве энергии (4 %). Из этого объема 27 млн т (2 %) относятся к опасным.

Политика европейского сообщества в отношении окружающей среды – одно из приоритетных направлений деятельности ЕС, согласно ст. 3 Амстердамского договора 1997 года. ЕС стремится к значительному сокращению объемов образуемых отходов. Предпринимаемые меры должны способствовать снижению объема отходов, идущих на окончательную утилизацию, на 20 % в период с 2000 по 2010 гг. и на 50 % – к 2050 г.; при этом особое внимание должно быть уделено снижению количества опасных отходов [5].

Для достижения этих целей актуальными становятся эффективные технологии управления отходами, а при разработке любых стратегий и планов по обращению с отходами основными задачами становятся предотвраще-

ние их образования и минимизация. Исходя из этого, сформулированы три принципа управления отходами в ЕС.

1 Выбор способа управления отходами на основе иерархического подхода. Иерархия предполагает первоочередность мероприятий по сокращению отходов, затем – по вторичному сокращению, повторному использованию и переработке отходов и в последнюю очередь – по мусоросжиганию или захоронению тех отходов, возникновение которых не удалось избежать и которые не поддаются переработке.

2 Расширение сферы ответственности производителя за произведенную продукцию на всех стадиях жизненного цикла. Предполагает включение в рыночную цену продукта затрат на расходы на его использование (переработку, обезвреживание) после утраты потребительских свойств. Т.е. на производителя возлагается ответственность за весь жизненный цикл продукта и его упаковочный материал. Фирмы, которые производят, импортируют и/или продают данный вид товара, также несут ответственность за него по истечении срока эксплуатации.

3 Принцип «загрязняешь — плати». Предполагает возмещение вреда, причиненного окружающей среде. В рамках проводимых мероприятий по управлению отходами производитель обязан оплачивать расходы на использование и обезвреживание отходов, образующихся в результате использования произведенной им продукции.

В общем, можно сделать вывод, что значительное внимание в развитых странах уделяется внедрению системы ответственности жителей за сортировку твердых бытовых отходов.

Проектирование, строительство и эксплуатация полигонов ТБО в **Республике Беларусь** регламентируется нормативными документами: Законом Республики Беларусь от 20.07.2007 г. № 271-З «Об обращении с отходами» и ТКП 17.11-02–2009 «Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Обращение с коммунальными отходами. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов. Правила проектирования и эксплуатации».

Для обоснования оптимальных подходов к управлению отходами применительно к конкретной стране и соответствующему этапу ее развития целесообразно использовать представление о стадийности. Опираясь на анализ формирования системы управления отходами в Беларуси, можно выделить три такие стадии [34]:

I – связана с установлением контроля над процессом сбора и удаления отходов наиболее крупных источников их образования;

II – с организацией переработки отходов, а также упорядочением их сбора и удаления;

III – с предотвращением образования и минимизацией потока отходов.

Тем не менее, логика развития механизма управления отходами такова, что задача минимизации их образования все же должна на определенном этапе выступить в качестве его приоритетного направления. Для Евросоюза, исходя из приведенных стратегий управления отходами, начало данного этапа пришлось на начало 2000 г. При этом, в отличие от Беларуси, в Евросоюзе принимаемые программы действий изначально содержали конкретные количественные показатели, что задавало четкие ориентиры деятельности в данной области и предопределило возможность ее контроля [34].

Морфологический состав твердых коммунальных отходов колеблется в широких пределах в зависимости от местных условий их формирования и по сезонам года. Примерный усредненный в годовом разрезе состав твердых коммунальных отходов для крупного города по данным исследований приведен в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Примерный усредненный в годовом разрезе состав твердых коммунальных отходов [93].

Наименование компонентов	Содержание в общей массе, %	Плотность, кг/м ³	Влажность, %
Картон, бумага	25–30	50–70	25–30
Пищевые отходы	30–38	450–550	70–92
Дерево	1,5–3,0	220	15–25
Металл	2,2–3,8	220	3
Кость	0,5–2,0	360–520	20–30
Кожа, резина	2,0–4,0	220–250	15–35
Текстиль	4,0–7,0	160–180	20–40
Стекло	5,0–8,0	1200	1–2
Камни	1,0–3,0	1500	2,0
Пластмасса	2,0–5,0	30–100	2–5
Прочие	1,0–2,0	–	–
Отсев мельче 16 мм	7,0–13	770	15–25
<i>Примечания</i>			
1 Основная масса твердых коммунальных отходов (95–98 %) имеет размер менее 0,25 м.			
2 Средняя плотность твердых коммунальных отходов в местах сбора составляет около 200 кг/м ³ .			
3 Средняя влажность – 52 %.			

В процессе смешанного сбора и захоронения отходов безвозвратно теряется значительная часть ценных материальных ресурсов, которые могли бы быть повторно использованы в промышленном производстве, сельском хозяйстве или для получения тепловой и электрической энергии.

В целях уменьшения потерь ценных вторичных ресурсов и снижения вероятности загрязнения окружающей среды в городах Беларуси организован отдельный сбор коммунальных отходов, которым в 2009 г. было охва-

чено 60 % городского населения. На рисунке 4.9 представлена схема переработки отходов Беларуси.

Неотъемлемой частью всей структуры обращения с отходами являются мусороперегрузочные (МПС) и мусоросортировочные (МСС) станции. Использование МПС позволяет:

- значительно сократить затраты на транспортировку ТБО на полигоны;
- уменьшить количество собирающих мусоровозов за счет уменьшения плеча вывоза ТБО;
- снизить валовые выбросы вредных веществ мусоровозным транспортом;
- при использовании метода глубокого прессования ТБО увеличить вместимость полигона.

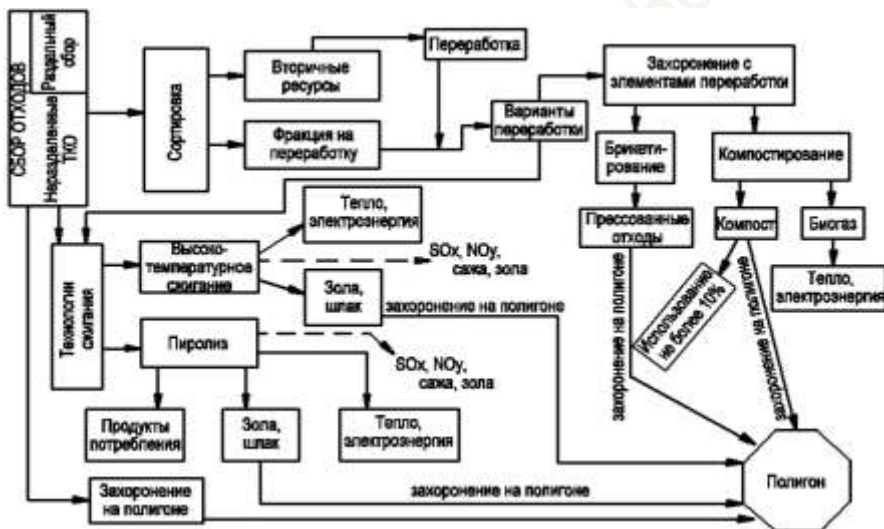


Рисунок 4.9 – Схема переработки отходов в Республике Беларусь

На МСС производится сортировка твердых бытовых, коммерческих и промышленных отходов с выделением фракций, пригодных для вторичного использования. Эти станции позволяют снизить, своего рода, экологическую нагрузку на полигоны захоронения, а также создают возможность рентабельности производства. Как правило, МСС включают дробильное, прессовое и упаковочное оборудование.

Мусоросортировочные комплексы (МСК) аналогичны по применению мусоросортировочным станциям, отличается от МСС тем, что имеют боль-

шую производительность и могут быть полуавтоматическим или полностью автоматическим.

В таких городах, как Пинск, Полоцк, Мозырь, Пуховичи, действуют сортировочно-перегрузочные станции суммарной мощностью 514,7 тыс. м³/год. В 81 районах созданы пункты сортировки и досортировки вторичных материальных ресурсов с общей мощностью 657,8 тыс. т /год.

Через сеть приемных пунктов ЖКХ ежегодно собирается более 70 тыс. т вторичных ресурсов (бумага, картон, текстиль, полимеры, стеклобой, цветные и черные металлы).

С целью более эффективного извлечения вторичных ресурсов из коммунальных отходов построены мусороперерабатывающие заводы в Гомеле, Могилеве, Новополоцке, Бресте и Барановичах [111]. Заводов, сжигающих отходы, в Беларуси нет, однако периодически в СМИ появляется информация о намерениях по строительству таких предприятий.

Для Республики Беларусь практически нет другого инструмента решения проблемы ТБО, кроме как глубокого селективного сбора ТБО у источника образования и последующего решения проблем уже отдельно собранных компонентов ТБО.

По информации Минжилкомхоза, для внедрения и организации раздельного сбора твердых коммунальных отходов жилищно-коммунальными службами в республике установлено более 40 тысяч контейнеров, из них более 13 тысяч контейнеров для раздельного сбора мусора было закуплено в 2010 году.

В республике действует *Государственная программа сбора и переработки вторичного сырья*. По госпрограмме, рассчитанной до 2015 года, предусмотрен рост использования отходов в 2 раза, макулатуры, текстиля, изношенных шин, строительных отходов – в 1,5, полимеров – в 1,9, стекла – в 2 раза [36].

Усовершенствовать механизм использования отходов в качестве вторичного сырья призван и новый *Закон «Об обращении с отходами»* [30], в котором впервые законодательно введен «принцип расширенной ответственности производителя», признанный стратегическим в экологической политике передовых стран мира. Реализация заложенных в Законе новых механизмов управления отходами улучшит организацию раздельного сбора в населенных пунктах и повысит эффективность работы сортировочных станций, что в результате позволит обеспечить дополнительными ресурсами предприятия, перерабатывающие вторичное сырье и снизить техногенную нагрузку на природную среду.

В 2011 г. разработан нормативный документ *«Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы*

для переработки отходов». Пособие в области охраны окружающей среды и природопользования разработано на основе идентичного перевода справочника по наилучшим доступным техническим методам по переработке отходов Европейского Союза [59].

4.2.3 Очистка фильтрата полигонов твердых бытовых отходов

Проблема очистки фильтрата полигонов твердых бытовых отходов в настоящее время достигла пика своей актуальности на фоне активно разворачивающейся борьбы за экологическую безопасность жизнедеятельности человека. Эксплуатация полигонов ведется без учета современных экологических требований, таких как наличие дренажной системы для отвода фильтрата и изолирующего экрана. К тому же существующие полигоны либо давно уже выработали свой нормативный срок и ТБО свозятся на них из-за отсутствия какой-либо альтернативы, либо же ресурс полигонов практически исчерпан.

Фильтрационные воды отличаются неравномерностью накопления в течение года за счет сезонности атмосферных осадков. Принято различать так называемый «молодой» и «старый» фильтрат. «Молодой» образуется на первых этапах разложения отходов и длится до 5–10 лет, характеризуется средним значением pH и высоким значением БПК, иногда до $40000 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Старый фильтрат образуется в основном на пост-эксплуатационном этапе жизнедеятельности полигона и характеризуется БПК около $200\text{--}400 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Химический состав фильтрационных вод полигонов в зависимости от этапа биохимической деструкции приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Химический состав фильтрационных вод типичного полигона в зависимости от этапа биохимической деструкции ТБО [56]

Этап биохимической деструкции ТБО	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	ХПК, мгО ₂ /дм ³
«Молодой» фильтрат (0–5 лет)	10640,0	26800,0
«Старый» фильтрат (5–35 лет)	680,0	2280,0

Основными источниками образования фильтрата являются продукты анаэробного разложения ТБО, проникновения атмосферных осадков. Поэтому целесообразно во избежание последнего фактора и распространения болезнетворных микроорганизмов посредством различных представителей фауны использовать на пунктах сбора мусора закрытые пластиковые разноцветные контейнеры с надписями на каждом из них «стекло», «бумага», и т.д.

Фильтрат полигонов ТБО представляет собой темную, бурую, резко пахнущую жидкость, содержащую в своем составе органические вещества (по БПК, ХПК), тяжелые металлы (цинк, хром, свинец, кадмий, медь и т.д.) и биогенные соединения (азот аммонийный, фосфаты и др.). Количество образующегося фильтрата зависит, при прочих равных условиях, от технологии захоронения – степени уплотнения ТБО и высоты их складирования. Высокий полигон является более предпочтительным с точки зрения защиты окружающей среды (уменьшается удельный объем фильтрата). В соответствии с европейской практикой полигоны высотой менее 10 м проектируют редко [57].

Уровень загрязнения фильтратов в 5–20 раз превышает показатели, характерные для бытовых сточных вод.

Фильтрат из ТБО характеризуется преимущественно по интегральным показателям – биохимической потребности в кислороде (БПК) и химической потребности в кислороде (ХПК), а также по содержанию тяжелых металлов, аммонийного азота и некоторых других веществ.

Также значительное влияние на процесс очистки оказывают в большом количестве взвешенные вещества. Таким образом, фильтрат ТБО следует отнести к высоко загрязненным сточным водам, которые представляют опасность для грунтовых и поверхностных вод. Также, помимо вод, загрязняется и воздушный бассейн.

Обезвреживание фильтрата можно производить либо в месте его образования, либо на городских очистных сооружениях. К очистным сооружениям фильтрат транспортируется по герметичному трубопроводу, стоимость которого в ряде случаев может быть сопоставима с затратами на строительство самого полигона.

Фильтрат самотеком по безнапорным трубопроводам стекает в приемный колодец очистных сооружений фильтрата, далее – в пруды-накопители. Из прудов производится забор фильтрата на очистку.

После очистки фильтрата остающийся «концентрат» контролированно распределяется по «телу» полигона для оптимизации процесса разложения и минерализации. В результате происходит ускоренный процесс инертизации и стабилизации «тела» полигона.

Для предотвращения загрязнения подземных вод на территории полигона необходимо собирать и транспортировать фильтрат из свалочного «тела» на очистные сооружения.

Анализ развития методов и технологий очистки фильтрационных вод показывает, что технологические схемы основываются на применении преимущественно методов биохимической деструкции органических ве-

ществ в сочетании с физико-химическими процессами – коагуляции-флотации, жидкофазного окисления, фильтрации, ультрафильтрации, адсорбции, обратного осмоса, концентрированного выпаривания в различных комбинациях.

Разработка и выбор оптимальной технологической схемы фильтратонных вод и обработки осадка зависят от состава и концентрации загрязнений, объема сточных вод полигонов и условий сброса очищенных вод.

На практике применяются **два метода обезвреживания фильтрата (дренажных сточных вод):**

– биологическая очистка (в присутствии активных бактериальных культур, которые разрушают и используют органические вещества для синтеза своих клеток, например, в установках с активным илом, в аэрационных прудах и др.);

– физико-химическая очистка (чаще всего реагентная — для очистки от тяжелых металлов).

В основе биохимического процесса анаэробного разложения твердых бытовых отходов, аналогично анаэробным процессам, протекающим в природе, сбраживанию осадков и сточных вод, лежит способность сообществ микроорганизмов в ходе своей жизнедеятельности окислять органические вещества.

Многостадийная схема очистки фильтрата (рисунок 4.10) позволяет снизить концентрацию большинства примесей до уровня санитарных норм.



Рисунок 4.10 – Технологическая схема комплексной очистки фильтрата полигонов ТБО

Основные стадии:

– реагентная обработка в барботажной камере с использованием ок-

сида кальция, в результате чего происходит ряд процессов: извлечение коллоидных и взвешенных частиц; окисление двухвалентного железа до нерастворимых соединений трехвалентного железа; снижение цветности и мутности;

– *отдувка аммиака и других соединений, содержащих биогенные элементы*;

– разделение полученной суспензии методом отстаивания с удалением осадка, осветление и фильтрация воды с помощью поверхностных фильтров;

– коагуляция и флокуляция в вихревой камере с использованием алюмокремниевых коагулянта-флокулянта АКФК и активирующих добавок;

– глубокая очистка от растворенных примесей электрофлотационным методом с использованием алюминиевых электродов;

– озонирование для деструктуризации и окисления органических соединений, а также обеззараживания фильтрата;

– тонкая фильтрация осветленной воды при помощи сорбционных фильтров [36].

4.2.4 Защитные экраны как элемент экологической безопасности полигонов ТБО

Защита подземных и поверхностных вод от загрязнения в период эксплуатации полигона достигается благодаря наличию естественного геохимического барьера или искусственно создаваемому защитному экрану. Защитные экраны основания и поверхности полигона – это конструктивные элементы, обеспечивающие природоохранные функции.

Срок службы защитных экранов определяется как периодом эксплуатации полигона (заполнение полигона до проектной вместимости полигона), что составляет 15–30 лет, так и пассивным периодом, когда полигон закрыт и не принимает отходы. Однако в теле полигона после его закрытия и рекультивации протекают активно аэробные и анаэробные процессы разложения органического вещества, сопровождающиеся образованием биогаза и фильтрата, и, следовательно, веществ, представляющих угрозу окружающей среде. Длительность этого периода определяется морфологическим составом отходов, климатическими условиями и другими факторами, и по оценкам различных авторов этот период составляет от 30 до 100 лет. Таким образом, срок службы защитных экранов полигонов ТБО должен составлять от 45 до 100 лет [64].

Элементы защитных экранов основания и поверхности полигона находятся в непосредственном контакте с агрессивной средой – фильтратом и

биогазом. Поэтому при подборе материалов для выполнения этих конструкций следует оценивать их устойчивость к агрессивным средам.

Природными геохимическими барьерами называют естественное грунтовое основание, которое обладает достаточными противодиффузионными свойствами, мощность слоя которого обеспечивает нераспространение загрязняющих веществ в горные породы зоны аэрации и грунтовые воды. Подобными свойствами обладают глины с коэффициентом фильтрации $k_f < 10 \dots 7$ м/с. Минимальная мощность природного геохимического барьера должна быть 1–3 м.

Глиняный замок (экран) должен быть построен с уклоном, обеспечивающим отвод фильтрата в систему дрен, расположенных по верху глиняного экрана. Для предохранения глиняного экрана от растрескивания или размягчения его возводят небольшими участками, которые надежно защищают дренажным слоем. Дренажная система для сбора и отвода фильтрата состоит из следующих элементов:

- дренирующий слой по верху глиняного экрана – гравий (галька) изверженных горных пород с размером фракций 16–32 мм, обеспечивающих коэффициент фильтрации $k_f = 10 \dots 3$ м/с;
- система дрен для отвода фильтрата.

Минеральные экраны используются как в однослойных, так и комбинированных системах. Из доступных материалов широко используется уплотненная глина или суглинок. Из-за относительной доступности глинистого грунта по сравнению с синтетическими материалами минеральные экраны чаще встречаются в проектах полигонов.

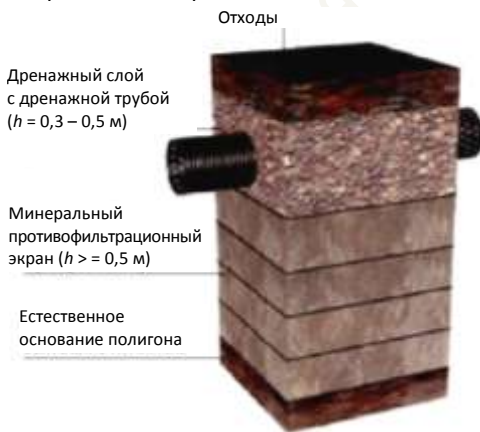


Рисунок 4.11 – Минеральный однослойный экран основания полигона

Глиняный экран может использоваться в качестве самостоятельного экрана либо входить в состав двухкомпонентной системы (рисунки 4.11, 4.12). При использовании в качестве самостоятельного экрана глина может снижать или полностью исключать миграцию фильтрата из тела полигона в окружающую среду. Будучи нижним слоем двухкомпонентного экрана, глина создает защитную подушку для расположенной поверх нее геомембраны и выполняет страховочные функции в случае ее прорыва. Полезным свойством

минерального экрана является создание долговременной, структурной устойчивой основы для расположенных поверх нее компонентов полигона. Минеральные экраны из глинистых материалов сооружаются из серии последовательно уплотняемых слоев. Толщина уплотняемого слоя составляет обычно составляет 15–5 см. При использовании более тонких слоев уплотнение глины облегчается, но строительные расходы значительно возрастают.

Для небольшого полигона оборудуется один сплошной экран. Для крупных полигонов целесообразно сооружать экран по очередям. В этом случае прием отходов осуществляется на участках, уже оборудованных экраном, и одновременно ведется строительство экрана на других участках полигона.

В случае, когда местные глинистые (суглинистые) грунты обладают необходимыми характеристиками, их использование при строительстве полигона наиболее рентабельно. В противном случае необходимо обеспечить доставку на полигон подходящего глинистого материала, и в этом случае решающую роль играют транспортные расходы. Перевозка грунта на значительное расстояние может быть менее выгодна, чем использование синтетических экранов.

Синтетические геохимические барьеры. В настоящее время все больше распространение повсеместно получают геомембраны – рулонные полимерные гидроизоляционные материалы, изготовленные из полиэтилена высокой плотности (ПВП).

Гидроизоляционные полимерные мембраны используются при строительстве полигонов ТБО на объектах промышленного и природоохранного значения. В гидротехническом строительстве геомембраны применяются в качестве гидроизоляции при устройстве противофильтрационных завес, плотин или дамб, а также для организации гидроизоляционных экранов водохранилищ, прудов, водоемов. Применение гидроизоляционных поли-



Рисунок 4.12 – Композитный двухслойный экран основания полигона

мерных геомембран обеспечивает гарантированную гидроизоляцию на длительный срок (несколько десятков лет) даже в условиях агрессивных сред.

Геомембрана *HDPE* – это рулонный полимерный гидроизоляционный материал, изготовленный из полиэтилена высокой плотности (HDPE), обладают высокими прочностными характеристиками, стойкостью к низким температурам, ультрафиолетовому излучению и агрессивному воздействию различных химических веществ.

Существуют различные способы применения геомембранного экрана. Например, его можно использовать в качестве однослойного экрана поверх основания полигона или как элемент композитного экрана, размещаемого поверх минерального экрана (рисунок 4.13). Его можно размещать выше или ниже системы определения утечек на полигоне с двухслойным экраном. Проект экранной системы с использованием геомембраны во многом совпадает с проектом полигона с минеральным экраном, в частности, он включает водонепроницаемое основание, систему сбора и дренажа, а также систему труб для удаления собранного фильтрата (рисунок 4.13).



Рисунок 4.13 – Композитный синтетический экран основания полигона

При использовании геомембран можно выделить следующие этапы:

- 1) выбор материала;
- 2) проект противодиффузионного экрана (однослойный, двухслойный, композитный и т.п.);
- 3) укладка противодиффузионного экрана.

Подстилающий слой, находящийся под геомембраной, играет решающую роль в сохранении ее целостности. Он служит основанием экрана и

препятствует накоплению газа и жидкости под его поверхностью. Необходимо исключить использование в качестве подстилающего слоя грунтов, подверженных сильной усадке и деформации.

Среди проблем, связанных с гранулированным дренажным слоем, следует отметить затрудненное сооружение на откосах, неустойчивость на крутых склонах и повреждение рабочими во время монтажа. Все эти проблемы удастся избежать, если использовать в качестве защитного дренажного слоя геотекстиль (нетканый геотекстильный материал). Кроме того, этот материал защищает противодиффузионный экран от внешних воздействий.

На рисунке 4.14 представлена технологическая схема устройства противодиффузионного экрана в основании полигона из геосинтетических материалов. Закрепление геосинтетической мембраны, уложенной по дну и откосам котлована производится анкерным способом.

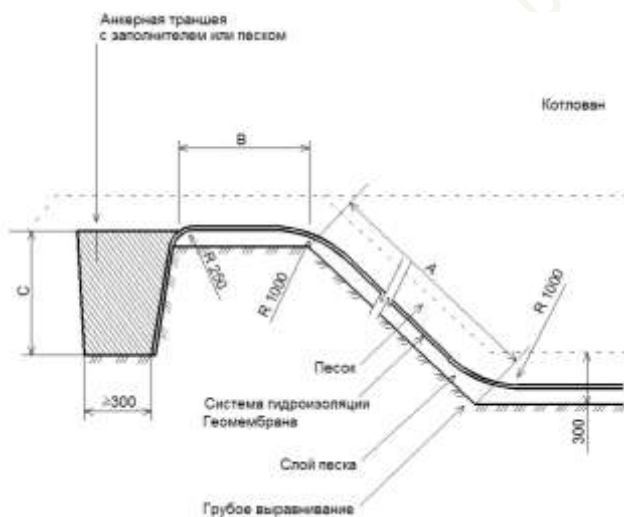


Рисунок 4.14 – Технологическая схема устройства противодиффузионного экрана в основании полигона из геосинтетических материалов:

А – длина откоса котлована; В – ширина бермы; С – глубина анкерной траншеи

Конструкция противодиффузионного экрана, устраиваемого по основанию и внутренним откосам котлована, выполняется из геосинтетических материалов и конструктивно выглядит следующим образом: спланированное основание дна и внутренних откосов котлована; слой бентофикса, $\delta = 7$ мм; слой карбофола, $\delta = 2,5$ мм; слой секутекса.

Бентофикс – универсальный изолирующий материал, выполненный на минеральной основе (бентонит) – представляет собой самоизолирующую защитную мембрану с комбинированной структурой.

Карбофол – изолирующее полимерное покрытие, изготовленное из полиэтилена высокой плотности низкого давления.

Секутекс – иглопробивной штапельно-волокнистый нетканый геотекстильный материал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время можно констатировать, что в Республике Беларусь сети водоснабжения и водоотведения селитебных территорий в основном находятся в удовлетворительном состоянии. Правительство и коммунальные службы прилагают много усилий для того, чтобы улучшить качество хозяйственно-питьевой воды, поскольку оно определяет уровень жизни населения и напрямую влияет на здоровье людей.

Уровень услуг водоснабжения и водоотведения в стране является высоким по региональным стандартам и характеризуется стабильной тенденцией к повышению в течение последних 15 лет. Тем не менее, необходимо повышать надежность и безопасность систем водоснабжения и водоотведения для предупреждения перебоев в работе, значительных потерь в распределительных сетях водоснабжения и существенных эксплуатационных затрат из-за высокой изношенности инфраструктуры и постоянной потребности в ремонтных работах. Около 20 % населения Беларуси по-прежнему получают воду, содержание железа в которой превышает нормативы, установленные Всемирной организацией здравоохранения и национальным законодательством.

В последние годы активно проходит модернизация различного оборудования и отдельных частей систем для подачи чистой воды и отвода сточных вод. Например, появилась возможность вариативно подходить к выбору материала труб и оборудования для систем водоснабжения и водоотведения для конкретных условий эксплуатации. Но необходимо более интенсивно проводить реконструкцию очистных сооружений с внедрением новых технологий, т.к. изменяется химический состав стоков с селитебных территорий.

Актуальным является проблема мусороудаления с селитебной территории и утилизации отходов без нанесения экологического вреда подземным водам.

Читатели имеют возможность применить на практике представленные материалы и учитывать особенности систем водоснабжения и водоотведения в своей образовательной или производственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Alberni Environmental Coalition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.portaec.net/library/recycling/recycling_in_canada.html – Дата доступа: 16.01.2014.

2 AMWELLS: принципы расчета ЗСО. – <http://www.ansdimat.com/ru/zso.shtml>

3 Kochany J., Lugowski A.. Multi Stage Treatment of High Strength Leachate. Conestoga-Rovers & Associates, 651 Colby Drive, Waterloo, Ontario, N2V 1C2, Canada.

4 Абрамов Н. Н., Поспелова М. М., Сомов М. А. и др. Расчет водопроводных сетей: Учеб. пособие для вузов — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Стройиздат, 1983. — 278 с.

5 Абрамов, Н.Ф. Проблема управления твердыми бытовыми отходами в Москве/ Н.Ф. Абрамов, Л.Г. Юдин // Управление твердыми бытовыми отходами в Московском регионе: сегодня и завтра. — М., 2000. — №1. — С. 48-51.

6 Агеев. М. К. Современные направления оптимизации систем водоснабжения (обзор) / М. К. Агеев // Водоснабжение и санитарная техника. — 2014. — № 12.

7 Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. — Л., 1970. — 296 с.

8 Алексеев. М. И. О специфике показателей надежности водоотводящих сетей/ М.И. Алексеев, Ю.А. Ермолин // Водоснабжение и санитарная техника. — 2015. — № 5. — <http://www.vstmag.ru/ru/archives-all/2015/2015-05>. — Дата доступа 25.04.2015.

9 Безопасное обращение с отходами. Сборник нормативно-методических документов / под ред. И.А. Колайсова. — СПб.: РЭЦ «Петрохим-Технология», ООО Фирма «Интеграл», 2010. — 448 с.

10 Букина, Т.В. Проблемы водоснабжения и водоотведения в г. Перми. // Т.В, Букина. — ARS ADMINISTRANDI :Управление ресурсным потенциалом и развитие инфраструктуры. — № 3. — 2013. — С. 82–93. — Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-vodosnabzheniya-i-vodootvedeniya-v-g-permi>. — Дата доступа 25.04.2015.

11 Верещагина Л. М., Меншутин Ю. А., ШВЕЦОВ В. Н. Опыт применения «Рекомендаций по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска

его в водные объекты» – Водоснабжение и санитарная техника – 2014. – № 2. <http://www.vstmag.ru/ru/archives-all/2014/2014-2>. – Дата доступа 25.04.2015.

12 Вильчицкий, П.В. Водные ресурсы Республики Беларусь: состояние и использование. Реферат./ П.В. Вильчицкий., – январь, 2009. – <http://www.voda.na.by/index.files/93.htm>. – Дата доступа 25.04.2015.

13 Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З. Зарегистрировано в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 16 мая 2014 г. № 2/2147. – 40 с. Режим доступа: <http://ecoinfo.bas-net.by/ecolaw>. – Дата доступа 25.04.2015.

14 Волкова Г.А. Повышение надежности функционирования канализационных сетей/ Г.А/ Волкова, Н.Ю. Сторожук, С.В. Андреюк// Вестник БрГТУ. – 2014. – № 2 (86): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 129 – 131.

15 Волчек, А.А. Сток с урбанизированных территорий и его очистка / А.А. Волчек, И.В. Бульская // Вестник БрГТУ. – 2013. – № 2(80): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 88–92.

16 Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.

17 Гальперин, Е.М. Выбор показателей надежности канализационной сети / Е.М. Гальперин, А.К. Стрелков. – М.: Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. – № 12.

18 Гидропласт. Режим доступа http://www.gidroplast.ru/dictionary-truby/truby_dlya_naruzhnoy_kanalizatsii/ – Дата доступа 25.04.2015.

19 ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск.

20 ГОСТ 26819–86 Трубы железобетонные напорные со стальным сердечником. Технические условия. С изменениями и дополнениями. – М., 1989.

21 ГОСТ 31416-2009 Трубы и муфты хризотилцементные. Технические условия.

22 ГОСТ 9583-75* Чугунные трубы напорные, изготовленные методами центробежного и полунепрерывного литья. Технические условия. Москва. Межгосударственный стандарт. – Введен 01.01.77.

23 Гуринович , А .Д . Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами – Мн.: ТЕХНОПРИНТ , 2004 – 305 с.

24 Гуринович, А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: Планирование, проектирования, строительство и эксплуатация /А.Д. Гуринович. – МН.: УП «Технопринт»; 2004. – 244 с.

25 Гуров А.В. К вопросу о создании противопожарного водоснабжения./ А.В, Гуров, Е.Ю. Гриднев. – Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – № 1(2). – 2012. – С.49–

26 Ерошина, Д.М. Особенности загрязнения подземных вод в зонах влияния объектов размещения отходов, Сборник «Природопользование и окружающая среда/ Д.М. Ерошина, Н.А. Лысухо – Минск: Изд-во РУП «Бел НИЦ «Экология», 2008. – С. 122–131.

27 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие, том 3. / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М.: Издатель АСВ, 2004. – 354 с.

28 Журба, М.Г. Предпроектные испытания инновационных технологии водоподготовки и их влияние на обоснование инвестиций/ М.Г. Журба, О.Б. Говоров, Ж.М. Говорова. – Водоснабжение и канализация. – 2010. – № 11–12. – С.110–114.

29 Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» от 24 июня 1999 г. № 271-3.

30 Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3 «Об обращении с отходами» – Мн. 2007. – 26 с.

31 Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения.

32 Канализация дома / Канализационные системы /Сточные воды – Режим доступа <http://kanalizaciyadoma.ru/sistemi/stochnye-vody - 7.09.2014>. – Дата доступа .10.02.2015

33 Карттунен, Э. Водоснабжение II: пер. с финского/Э. Карттунен; Ассоциация инженеров-строителей Финляндии RIL г.у. — СПб.: Новый жур-нал, 2005 — 688 с.

34 Ковальчик, Н.В. Сравнительная оценка управления отходами в Беларуси и Европейском Союзе. / Н.В. Ковальчик, М.И. Струк, В.С. Хомич. // Вестник БГУ. Сер. 2. 2011. – № 1. – С. 91–94.

35 Колобаев, А. Н. Загрязненность дождевых и талых вод, отводимых с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Межведомственный бюллетень «Природные ресурсы». – ноябрь 2010. – С. 34–40.

36 Комплексная очистка фильтрата полигонов ТБО и обработка осадка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://waste.ua/eco/2009/municipal-waste/purification/> – Дата доступа: 16.01.2014

37 Комплексное использование водных ресурсов: учеб. пособие / С.В. Яковлев [и др.]. – М. : Высшая школа, 2005.

38 Красильников А. Автоматизированные насосные установки с каскадно-частотным управлением в системах водоснабжения [Электронный ресурс] /А. Красильникова/Строительная инженерия. — Электрон, дан. – [М.], 2006. – № 2. – Режим доступа: <http://www.archive-online.ru/read/stroing/347>. – Дата доступа 25.04.2015.

39 Кузенков, Е. Проблемы обеспечения надежности, долговечности и экологической безопасности сетей водоснабжения. / Е. Кузенков. – Строительство и недвижимость – Ре-жим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2004/36/sn43602.html>. – Дата доступа 25.04.2015.

40 Лысенко П.Е. Актуальные проблемы отведения дождевых вод в мегаполисе. – Водоснабжение и канализация. – № 11-12.– 2010. – С. 4-15.

41 Мелешко В. Ю. Керамические канализационные трубы/ Строительство и недвижимость / Ре-жим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2001/02/sn10210.html>. – Дата доступа 25.04.2015.

42 Методические указания по экологически безопасному размещению объектов на территории Республики Беларусь. Министерство природных ресурсов и охра-

ны окружающей среды. Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.iso14000.by/library/low/unnamed/69>. – Дата доступа 25.04.2015.

43 Минина, М.В. Инновационные технологии повышения качества питьевого водоснабжения урбанистических сообществ. – Известия Южного федерального университета. Технические науки. – № 7.–том. 96. – 2009. – С.71-76. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-povysheniya-kachestva-pitievogo-vodosnabzheniya-urbanisticheskikh-soobschestv>. – Дата доступа 25.05.2015.

44 Невзорова, А.Б. Блочно-модульные очистные сооружения поверхностных сточных вод / А.Б. Невзорова, О.К.Новикова, А.В.Терещенко– Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: сборник матер. межд. научно-практ. конф., Ч.1, 21-23 сентября 2011 г., Брест. – Брест: БрГТУ, 2011. – С. 87-89

45 Невзорова, А.Б. Диагностика состояния сетей водоотведения / А.Б. Невзорова, О.Г. Плаунова, И.А. Мармалюкова. – Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы межд. научно-практ. конф., Могилев 21-22 апреля 2011 г. – Могилев: БРУ, 2011. – С. 75.

46 Невзорова, А.Б. Мониторинг работы системы ливневой канализации и мероприятия по повышению надежности её функционирования /И.В. Ровдан, А.Б. Невзорова, О.С. Завадская // Проблемы безопасности на транспорте: материалы V межд. научно-практ. конф. – Гомель, БелГУТ, 2010. – С. 278-279

47 Невзорова, А.Б. Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию / А.Б. Невзорова [и др.] – Вестник Брестского государственного технического университета. – № 2. – 2011. – С. 64-66.

48 Невзорова, А.Б. Оценка водосборных бассейнов г. Гомеля и их зонирование по приоритетным загрязнителям / А.Б. Невзорова, О.Г. Плаунова, И.А. Мармалюкова. – Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: сборник матер. межд. научно-практ. конф., Ч.1, 21-23 сентября 2011 г., Брест. – Брест: БрГТУ, 2011. – С. 84-87.

49 Невзорова, А.Б. Оценка техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на реку Сож / А.Б. Невзорова [и др.] – Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды: материалы межд. научно-практ. конф. – Гомель: БелГУТ, 2011. – С. 139-144.

50 Невзорова, А.Б. Оценка экологичности и эффективности работы локальных очистных сооружений на селитебной территории / А.Б. Невзорова, О.С. Завадская Проблемы безопасности на транспорте: материалы V межд.научно-проакт. конф. – Гомель, БелГУТ, 2010. – С.276-277

51 Невзорова, А.Б. Решение проблемы водопотребления в разных странах с учетом природно-климатических условий (на примере Республики Беларусь и Израиля) / А.Б. Невзорова, Е.Л. Железко, В.А. Хасин. – Новые достижения в областях водоснабжения, водоотведения, гидравлики и охраны водных ресурсов// Материалы межд. научно-практ. конф., ПГУПС, 23 апреля 2013 г. – СПб.: «Издательство ОМ-пресс», 2013. – С. 11-13.

52 Николаев, В.Г. Энергосберегающие методы управления режимами работы насосных установок систем водоснабжения и водоотведения: автореф. дис. ... докт. техн. наук/ В.Г. Николаев. — М.: МГАКХС У, 2010. - 48 с.

53 Новикова, О.К. Регулирование отведения поверхностных сточных вод промышленного предприятия с учетом их состава и объемов, подлежащих очистке. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Гомель, 2009. – 20 с.

54 Новицкая О. С. Оценка потерь воды в системах подачи и распределения воды/ О. С. Новицкая // Вода и экология: проблемы и решения. – 2013. – № 2. – С. 3–10.

55 НПБ 5-2005 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

56 О Государственной программе по водоснабжению и водоотведению "Чистая вода" на 2011 - 2015 годы" Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.09.2011 N 1234. – www.government.by/.../file4a18314a78f3e347.PD. – дата доступа 25.05.2015.

57 Великанов Н. Л. Очистка сточных вод свалок твердых бытовых отходов, отдельных зданий и сооружений / Н. Л. Великанов, М. Н. Великанова, А. В. Колобов // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2009. – N 5. – С.60–64

58 Переработка мусора (ТБО) – инвестиции в будущее. Разложение ТБО в местах захоронения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ztbo.ru/otbo/lit/tehnologii-otxodov/razlozhenie-tbo-v-mestax-zaxoroneniya> – Дата доступа: 4.12.2014.

59 ПОС 17.11-01-2012 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для переработки отходов – Мн., 2012. – 573 с.

60 Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.09.2014 № 69 "Об утверждении Санитарных норм и правил "Санитарно-гигиенические требования к системе централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения".

61 ППБ РБ 1.01-94 Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий.

62 Правила пользования системами коммунального водоснабжения и водоотведения в городах и поселках РБ. – Приказ Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 26.12.1995 № 128.

63 Проект ЗСО поясов источника водоснабжения. – http://soyuzproekt.ru/doc_proekt_zso.php. – Дата доступа 25.04.2015.

64 Проект полигона захоронения твердых бытовых отходов: учебн. пособие по курсовому проектированию: ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://msuee.ru/html2/kursovie/kurosov_metod.html – Дата доступа: 26.08.2014.

65 Проектирование наружных водопроводных сетей и сооружений. / БСГ. Строительная газета. – 08.03.2012. – <http://cnb.by/content/view/2075/32/lang,russian/>

66 Примин О. Г. Анализ факторов, влияющих на надежность и экологическую безопасность водопроводных сетей // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. №7. – <http://www.vstmag.ru/ru/archives-all/2014/2014-7>. – Дата доступа 25.04.2015.

67 Пупырьев, Е.И. Системы жизнеобеспечения городов / Е.И. Пупырьев. – М, 2006. – 247 с.

68 Пупырьев, Е.И. Влияние инженерных систем на качество городской среды. / Е.И. Пупырьев. – Энергобезопасность и энергосбережение. – № 5. – 2009. – С. 15–21.

69 Пупырьев, Е.И. Направления инновационного развития в области водоснабжения и водоотведения / Е. И. Пупырьев // Вода : научно-технический журнал для специалистов Министерства жилищно-коммунального хозяйства. – 2011. – № 1. – С. 20–23.

70 Пупырьев Е. И., Шеломков А. С. Экономическое обоснование экологически безопасных технологий очистки сточных вод / Пупырьев Е. И., Шеломков А. С. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – №1.

71 Ратбон, Дж. CRS: корпорация по поддержке канадских предприятий по переработке вторсырья/ Дж. Ратбон // Правовые и экономические основы совершенствования механизма принятия решений в сфере управления ТБО. – М. – 2000. – №2. – 47–59 с.

72 Романовский, В.И. Анализ загрязнений источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь. / В.И. Романовский. – Вестник БрГТУ. – 2014. – № 2 (86): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 65–67.

73 СанПиН 10-113 РБ 99 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения.

74 СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

75 СанПиН 2.1.4.10-37-2002 Гигиенические требования к разработке, производству, испытаниям и реализации устройств очистки, доочистки и кондиционирования питьевой воды.

76 Санитарные нормы и правила «Требования к системам водоотведения населенных пунктов». – Утверждено Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 15 мая 2012 №48.

77 Седлухо, Ю.П., Проблемы водоснабжения и водоотведения малых населённых пунктов. Опыт Беларуси./ Ю.П. Седлухо, С.А. Иванов. – Режим доступа: <http://polymercon.com/publications/survey/problems-of-water-supply-and-sanitation-small-neseleennyh-points-the-experience-of-belarus/>. – Дата доступа 25.05.2015.

78 СНБ 2.02.04-03 Противопожарная защита населённых пунктов и территорий предприятий.

79 СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология.

80 СНБ 4.01.01-03 Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования

81 Справочник по климату Беларуси. Часть II Осадки. Государственный кадастр по климату. – Минск 1999.

82 СТБ 1077-97 Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных, водопроводных и газопроводных сетей Общие технические условия –

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Дата введения 1998-03-01.

83 СТБ 1163-2012 Трубы бетонные и железобетонные безнапорные. Технические условия. Госстандарт.

84 СТБ 1418-2003 Трубы керамические канализационные. Технические условия. Министерство архитектуры и строительства.

85 СТБ 1497–2004. Трубы стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием. Технические условия. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2004. – 9 с.

86 СТБ 1756-2007 Источники централизованного питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.

87 СТБ 21.302-99 Система проектной документации для строительства. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Основные требования к составлению и оформлению документации, условные графические обозначения.

88 СТБ ЕН 1401-1-2012 Системы пластмассовых трубопроводов для безнапорного подземного дренажа и канализации. Поливинилхлорид непластифицированный.

89 СТБ 1986-2009 Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Технические условия. Госстандарт. – Введен 2010-07-01.

90 Твердые бытовые отходы. Япония: инновационный подход к управлению ТБО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solidwaste.ru/magazine/archive/viewdoc/2013/6/1552.html> – Дата доступа: 16.01.2014.

91 ТКП 17.04-03-2007 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила оценки эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами.

92 ТКП 17.04-14-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила выбора и освоения источников питьевых подземных вод, предназначенных для бутилирования, и оборудования для их добычи.

93 ТКП 17.11-02-2009 (02120/02030) Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Обращение с коммунальными отходами. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов. Правила проектирования и эксплуатации. – Мн., 2009. – 41 с.

94 ТКП 17-06.08-2012 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок установления нормативов допустимых сбросов и иных веществ в составе сточных вод.

95 ТКП 45-2.02-138-2009 (02250) Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования.

96 ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки.

97 ТКП 45-4.01-202-2010 Очистные сооружения сточных вод/ Строительные нормы проектирования.

98 ТКП 45-4.01-29-2006 (02250) Сети водоснабжения и канализации из полимерных труб. Правила проектирования и монтажа.

99 ТКП 45-4.01-30-2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования.

100 ТКП 45-4.01-31-2009 (02250) Сооружения водоподготовки. Строительные нормы проектирования.

101 ТКП 45-4.01-32-2010 (02250) Наружные водопроводные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования.

102 ТКП 45-4.01-52-2007 (02250) Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования.

103 ТКП 45-4.01-53-2012 (02250) Системы канализации населенных пунктов.

104 ТКП 45-4.01-54-2007 (02250) Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования.

105 ТКП 45-4.01-56-2012 Системы наружной канализации сети и сооружения на них. Строительные нормы проектирования. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь.

106 ТКП 45-4.01-57-2012 Системы дождевой канализации. Строительные нормы проектирования.

107 Трубопроводная арматура. Справочное пособие./ Д.Ф.Гуревич — М.: ЛКИ, 2008. — 368 с.

108 ТУ 2248-050-00284581-2002 Трубы и фасонные части из блоксополимера пропилена для систем наружной канализации.

109 ТУ РБ 101475891.385-2004 Трубы из непластифицированного поливинилхлорида и фасонные части к ним для наружных систем канализации.

110 Улучшение качества воды шахтных колодцев – 03 Май 2010 . Ассоциация Аквабел. – <http://www.aquaby.by/index.php/news/261/56/uluchshenie-kachestva-vody-shahtnyh-kolodtsev>. – Дата доступа 25.04.2015.

111 Управление отходами в Республике Беларусь: проблемы и перспективы. По материалам специалистов Белорусского государственного технологического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uzmzcg.by/_files/news/17082011.pdf – Дата доступа: 10.11.2014.

112 Управление отходами: зарубежный опыт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecoalliance.com.ua/bbloteka/statt-po-vdxodam/> – Дата доступа: 20.01.2014.

113 Феофанов, Ю.А. Сооружения для забора и пополнения запаса подземных вод / Ю.А. Феофанов, М.С. Ряховский. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа: www.science-education.ru/106-7863 – Дата обращения: 19.08.2014.

114 Функциональная организация территории города – http://studopedia.net/10_105899_funktsionalnaya-organizatsiya-territorii-goroda.html

115 Харченко, С.Г. Совершенствование механизма принятия решений/ С.Г. Харченко, [и др.] // Правовые и экономические основы совершенствования механизма принятия решений в сфере управления ТБО. – М., 2000. – №2. – 106–125 с.

116 Чупин, Р.В. Оптимальная реконструкция канализационных сетей / Р. В.Чупин, Нгуен Туан Ань // Водоснабжение и санитарная техника. – 2015. – №2. – Режим доступа – <http://www.vstmag.ru/ru/archives-all/2015/2015-02/5659-optimalnaja>. – Дата доступа 25.04.2015.

117 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973.

118 Штейнмиллер, О.А. Оптимизация насосных станций систем водоснабжения на уровне районных, квартальных и внутридомовых сетей: автореф. дис. ... канд. техн. наук/ О.А. Штейнмиллер. — СПб.: ГАСУ, 2010. – 22 с.

119 Ткачев В.А. Комфортная среда обитания человека при правильной организации систем водоснабжения и водоотведения / В.А Ткачев, СВ Лукашенко, Е.А. Ковалева// Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник № 66. – 2005. eprints.kname.edu.ua.

120 Комплексное использование водных ресурсов: Учебн. пособие/ С.В. Яковлев [и др.]. – М.: Высшая школа, 2005. – 270 с.

121 Государственная схема комплексной территориальной организации Республики Беларусь: Основные положения. Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. 70 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Аккумулирующая емкость (накопитель поверхностного стока) – сооружение для приема, сбора и усреднения расхода и состава поверхностных сточных вод с селитебных территорий и площадок предприятий с целью их последующей очистки.

Внутриквартальная канализационная сеть – сеть, проложенная вдоль квартальных проездов.

Внутриквартальная сеть – водопроводная сеть, уложенная вдоль внутриквартальных проездов.

Водные ресурсы – запасы поверхностных и подземных вод данной территории, пригодные для использования, включая почвенную и атмосферную влагу.

Водный объект поверхностный – сосредоточение природных вод на поверхности суши (река, ручей, родник, озеро, водохранилище, пруд, пруд-копань, канал и т.п.).

Водный режим – изменение во времени уровней, расходов и объемов воды в водных объектах.

Водовод – трубопровод, проложенный от места забора воды (источника водоснабжения) до первых уличных распределительных сетей.

Водоотведение – совокупность санитарных мероприятий и технических устройств, обеспечивающих удаление сточных вод за пределы населённого пункта или промышленного предприятия.

Водопровод – совокупность водозаборных сооружений, очистных сооружений и распределительной сети труб, предназначенных для водоснабжения населения, коммунальных, торговых, культурно-бытовых, промышленных и других предприятий и организаций.

Водопровод внутренний – водопроводная сеть в объеме, ограниченном наружными поверхностями ограждающих конструкций здания и водопроводным вводом, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию.

Водопроводный ввод – трубопровод от распределительной (внутриквартальной) сети до внешней стены здания или границы территории объекта с колодцем и запорной арматурой.

Воды подземные – воды, находящиеся ниже уровня земной поверхности, в толщах горных пород земной коры, во всех физических состояниях.

Воды сточные – воды, отводимые после использования в производственной и в хозяйственно-бытовой деятельности человека. К сточным водам относятся также дождевые сточные воды, отводимые с застроенных территорий.

Выпуск сточных вод – трубопровод, отводящий сточные воды в водный объект.

Главный коллектор – трубопровод, собирающий сточные воды от сборных коллекторов и районных насосных станций.

Групповой водопровод – система централизованного водоснабжения, обеспечивающая подачу питьевой воды нескольким населенным пунктам из одного источника.

Давление:

пробное – избыточное давление, при котором арматура и соединительные части трубопроводов должны подвергаться гидравлическому испытанию на прочность и плотность.

рабочее – наибольшее избыточное давление, при котором обеспечивается длительная работа арматуры и соединительных частей трубопроводов при рабочей температуре проводимой среды.

условное – наибольшее избыточное рабочее давление при температуре 20 °С, при котором обеспечивается длительная и безопасная работа арматуры и соединительных частей трубопроводов.

Дворовая канализационная сеть – трубопроводы, предназначенные для присоединения домовладений к внутриквартальной или уличной канализационной сети.

Дисковый затвор (заслонка, поворотный затвор, герметический клапан, гермоклапан) – тип арматуры, в котором запирающий или регулирующий элемент имеет форму диска, поворачивающегося вокруг оси, перпендикулярной или расположенной под углом к направлению потока рабочей среды.

Загрязнение вод (водного объекта) – поступление в поверхностные или подземные воды загрязняющих воду веществ, микроорганизмов или тепла.

Загрязнение водных объектов – сброс или поступление иным способом в водные объекты, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов.

Загрязняющее воду вещество – вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды.

Задвижка – тип арматуры, у которой запирающий или регулирующий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды.

Запорная арматура: Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для перекрытия потока рабочей среды, протекающей по трубопроводу.

Зона санитарной охраны (ЗСО) – территория и акватория, на которых устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и для охраны водопроводных сооружений.

Источники загрязнения – объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных и подземных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и берегов водных объектов.

Канализационный выпуск – трубопровод от здания до первого колодца дворовой или внутриквартальной сети

Канализация – совокупность сооружений, предназначенных для отвода сточных вод с территории населенного пункта или части его, располагающая отводящей сетью труб и коллекторов (каналов).

Качество воды – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования.

Клапан (вентиль) – тип арматуры, у которой запирающий или регулирующий элемент перемещается возвратно-поступательно параллельно оси потока рабочей среды. К клапанам также относят конструкции арматуры (поворотный клапан), в которых затвор в виде тарелки совершает движение по дуге.

Клапан: Устройство, в котором запорный механизм перемещается возвратно-поступательно параллельно направлению потока рабочей среды в трубопроводе.

Контроль качества воды – проверка соответствия показателей качества воды установленным нормативам и требованиям.

Контрольный колодец – последний колодец перед подключением к уличной сети канализации.

Контрольный створ – поперечное сечение водного потока, в котором контролируется качество воды («Правила охраны поверхностных вод»).

Коэффициент стока – отношение объема поверхностного стока на водосборной поверхности в течение одного дождя к общему объему осадков, выпавших за время этого дождя на данной территории.

Коэффициент стока общий – коэффициент стока, учитывающий количество поверхностного стока (слой стока или объем), поступающего в систему дождевой канализации за определенный период времени (сутки, месяц, сезон, год), от всей суммы атмосферных осадков, в том числе и от малоинтенсивных, выпавших за этот период.

Коэффициент стока переменный – коэффициент стока, который зависит от вида поверхности водосборного бассейна, а также от интенсивности и продолжительности дождя.

Коэффициент стока постоянный – коэффициент стока, который зависит только от вида поверхности водосборного бассейна.

Кран – тип арматуры, у которой запирающий или регулирующий элемент, имеющий форму тела вращения или его части, поворачивается вокруг собственной оси, произвольно расположенной по отношению к направлению потока рабочей среды.

Локальные очистные сооружения – сооружения и устройства, предназначенные для очистки сточных вод абонента (субабонента) перед их сбросом (приемом) в систему коммунальной или дождевой канализации («Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации»).

Локальный водопровод – совокупность водопроводных сооружений и сетей, предназначенных для водоснабжения предприятий, промзла, ведомственного жилого фонда, отдельного района города.

Нормы качества воды – установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования.

Общесплавная система канализации – система канализации, предназначенная для совместного отведения и очистки всех видов сточных вод, включая бытовые, производственные, дренажные, поверхностные и поливомоечные.

Основные загрязнения сточных вод – физиологические выделения человека, отходы и отбросы, получаемые при мытье продуктов питания, посуды, помещений, стирке белья, а так же образующиеся в технологических процессах на промышленных предприятиях.

Охрана вод – система мер, направленных на предотвращение и устранение последствий загрязнения, засорения и истощения вод.

Очистка сточных вод – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них определенных веществ.

Площадь стока (водосбора) – территория, поверхностный сток с которой поступает в сеть дождевой канализации.

Поверхностные сточные воды (поверхностный сток) – загрязненная дождевая, талая, поливочная вода, стекающая с селитебных территорий и площадок предприятий, отводимая системой сооружений в водные объекты.

Полураздельная система канализации – система коммунальной канализации, при которой устраиваются две самостоятельные уличные сети трубопроводов: одна для отведения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, другая – для отведения дождевого, талого и поливочного стока; главные коллекторы, отводящие все виды сточных вод на очистные сооружения населенного пункта, устраиваются общесплавными и при превышении расчетных расходов часть дождевых вод через разделительные камеры сбрасывается в водоем без очистки.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ – максимальная концентрация вредных веществ в почве, в воздушной или водной среде, при превышении которой отмечается их негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. ПДК устанавливаются на основании комплексных исследований действия и аккумуляции загрязняющих веществ в окружающей среде.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде – концентрация вещества в воде, выше которой вода является непригодной для установленного вида пользования.

Предельно допустимый сброс (ПДС) вещества в водный объект – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте (по ГОСТ 17.1.1.01).

Раздельная система канализации – система канализации, при которой устраиваются две или более самостоятельных канализационных сетей: сеть для отведения хозяйственно-бытовых и части производственных сточных вод, допускаемых к сбросу в бытовую канализацию; сеть для загрязненных производственных сточных вод, не допускаемых к совместному отведению и очистке с бытовыми сточными водами; сеть для отведения с селитебных территорий и площадок предприятий дождевого, талого и поливочного стока, который перед сбросом в водоем подвергается очистке.

Регулирующая арматура – промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для регулирования давления и расхода потока рабочей среды, протекающей по трубопроводу.

Регулирующая емкость (регулирующий резервуар) – сооружение для регулирования объема поверхностных сточных вод с селитебных территорий и площадок предприятий при подаче их на очистные сооружения.

Регуляторы давления и расхода – устройства, предназначенные для поддержания постоянного давления и расхода регулируемой рабочей среды.

Сборный коллектор – трубопроводы, собирающие сточные воды с определенного района и передающие их в главный коллектор самотеком.

Секционный узел – часть системы водоснабжения, представляющая собой группу отдельных функционально объединенных элементов.

Система дождевой канализации – комплекс инженерных сооружений, обеспечивающих прием, очистку и отведение дождевых, талых и поливочных вод с селитебных территорий и площадок предприятий.

Слой стока – количество воды, стекающее с водосбора за какой-либо интервал времени, равное толщине слоя, равномерно распределенного по площади этого водосбора.

Сточные воды – вода, сбрасываемая в установленном порядке в водные объекты после ее использования или поступившая с загрязненной территории («Водный кодекс Российской Федерации»).

Счетчик жидкости – измерительный прибор, предназначенный для измерения объема (массы) жидкости, протекающей в трубопроводе через сечение, перпендикулярное направлению потока жидкости.

Теплосчетчик – устройство для измерения количества тепловой энергии, отпущенной источником тепла в системе теплоснабжения или использованной потребителем.

Уличная канализационная сеть – трубопроводы, проложенные вдоль улиц, переулков, набережных и т.д.

Уличная распределительная сеть – водопроводная сеть, проложенная вдоль улиц, переулков, набережных и т.д.

Фоновая концентрация – концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывающая влияние всех источников примесей, за исключением данного источника («Правила охраны поверхностных вод»).

Фоновые концентрации естественные – концентрации веществ в воде водного объекта в створе, выше которого водный объект не испытывает антропогенного воздействия.

Научное издание

НЕВЗОРОВА Алла Брониславовна
НОВИКОВА Ольга Константиновна
БЕЛОУСОВА Галина Николаевна

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ
СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Редактор И. И. Эвентов
Технический редактор В. Н. Кучерова
Корректор Т. А. Пугач

Подписано в печать 07.09.2015. Формат 60×84¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 15,34. Уч.-изд. л.15,48. Тираж 200 экз.
Зак. № 2789. Изд. № 63.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта

№ 1/361 от 13.06.2014

№ 1/104 от 01.04.2014

246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34