



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Практикум
по дисциплине
«Архитектура»

**«Здания и сооружения
систем водоотведения и
канализации»**

Авторы
Григорян М.Н.,
Сайбель А.В.

Ростов-на-Дону, 2016

Аннотация

Здания и сооружения систем водоотведения и канализации: методические указания по дисциплине "Архитектура" по направлению подготовки 08.03.01 "Строительство", профиль «Водоснабжение и водоотведение.

Практикум предназначен для обучающихся изучающих дисциплину «Архитектура». Даны общие представления об объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий и сооружений систем водоотведения и канализации.

Авторы

ст. преподаватель Григорян М.Н.
ассистент Сайбель А.В.



Оглавление

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОДООТВЕДЕНИЯ	4
1. ТИПЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	5
2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	13
3. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ЕМКОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ	18
4 .КОНСТРУКЦИИ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН	27
5. ТРУБЫ И КОЛОДЦЫ	34
Литература.....	42
Приложение.....	43

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Системы водоснабжения и водоотведения представляют собой комплекс инженерных сооружений для добычания, очистки и транспортирования питьевой и производственной воды, а также отведения, очистки и сброса в водоемы вод, использованных для хозяйственных или производственных целей. При проектировании населенных мест одновременно с водоснабжением следует решать также вопросы канализации, т. е. отвода всех сточных вод – производственных, хозяйственно-фекальных и атмосферных – за пределы территории через подземную сеть.

Системы водоснабжения включают водозаборные сооружения, сооружения водоподготовки, насосные станции первого и второго подъема, водопроводы со смотровыми колодцами, емкости для хранения воды (резервуары, водонапорные башни). Системы канализации состоят из коллекторов, смотровых колодцев, насосных станций, отстойников (рис. 1). Канализация территории по бассейнам канализования, ограниченным водоразделами, осуществляется путем соответствующего подразделения территории населенного пункта. Сточные воды одного бассейна собираются одним или несколькими коллекторами и отводятся за пределы бассейна, проходя через ряд канализационных сооружений – канализационные сети (коллекторы, каналы), насосные станции, очистные сооружения. В населенном пункте различают уличную и дворовую системы водопровода и канализации. Уличная водопроводная сеть подводит воду к кольцевым дворовым участкам сети. Уличная канализационная сеть в виде разветвленной системы канализационных трубопроводов, принимающих сточные воды от дворовых и внутриквартальных сетей, объединяется коллектором – общим трубопроводом канализации.

Трубопроводы подземные размещают вдоль проездов прямолинейно и параллельно основным линиям застройки, ближе к оси проезда. Подземные сети должны прокладываться вне проезжей части дорог; целесообразно совмещение в одной траншее канала водопровода, теплотрассы или канализации. Водопровод укладывают на уровне подошвы теплофикационного канала на расстоянии, определяемом в зависимости от температуры воздуха в канале и средней высоты снежного покрова. Трубы канализации укладывают по другую сторону теплофикационного канала на глубине ниже подошвы канала на 0,1 м и на расстоянии от водопровода соответственно санитарным нормам. Глубина заложения

трубопроводов при бесканальной прокладке принимается не менее 0,7 м до верха трубы. При параллельной прокладке водопроводов питьевой воды с канализацией расстояние между ними принимается не менее 1,5 м при диаметре труб 200 мм; при большем диаметре – не менее 3,0 м.

Возводимые подземные сооружения как при наличии, так и при отсутствии грунтовых вод с внешней стороны защищают гидроизоляцией. Все металлические конструкции и изделия, находящиеся в условиях влажной среды, должны быть защищены от коррозии путем оцинковки или обмазки антикоррозионным покрытием.

1. ТИПЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1.1. Водозаборные сооружения

Шахтный колодец представляет собой круглую шахту из кирпича, бетона, железобетона, бутового камня. Стенки верхней части колодца устраивают водонепроницаемыми для предохранения воды от загрязнения. В нижней части колодца имеются отверстия (сквозные швы в кладке или закладные детали в бетоне, извлекаемые после окончания возведения колодца). В дне колодца располагается фильтр из крупнозернистого сложного материала с увеличением крупности зерен снизу вверх.

Архитектура

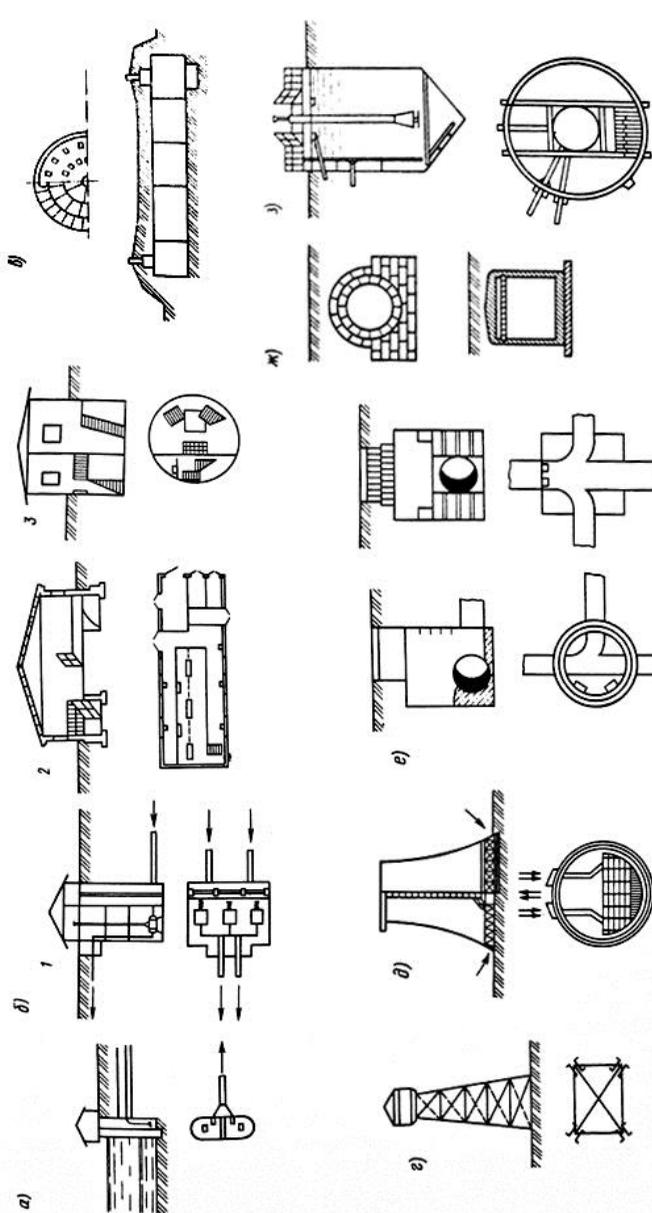


Рис. 1. Классификация зданий и сооружений систем водоснабжения и канализации:

а – водоприемник; б – насосные станции; в – резервуары; г – водонапорная башня, д – градирня;

е – смотровые колодцы, ж, з – отстойники; 1 – системы водоснабжения первого подъема;

Русловые водозаборы с оголовками (раструбами трубы) затопленного типа или незатопляемые. Их устраивают с са-

мотечными линиями в середине водоема по трубопроводам значительной протяженности. Оголовки затопленного типа размещают внутри железобетонной камеры круглого или прямоугольного сечения, выполненной из железобетонных колец. Кроме того, бетонные оголовки устраивают путем подводного бетонирования. В этом случае кожух оголовка в виде стального каркаса с заполнением из железобетона или металла, изготовленных на берегу, опускают на подготовленное основание и осуществляют подводное бетонирование с применением вертикально перемещающихся труб.

Незатопляемые оголовки представляют собой сооружение из железобетона в виде полой мостовой опоры с окнами, расположенными с обеих сторон водоприемника. В верхней части водоприемника выше горизонта воды устраивают помещение для регулирования забора воды. От водоприемника вода подается по трубам, уложенным по дну реки, к береговому колодцу с углублением в нижней части для отстоя насосов.

Водозаборные сооружения для забора воды со дна реки представляют собой сооружение в виде бетонных дырчатых проходных галерей овоидального сечения высотой до 2 м со сборным колодцем в середине галереи, располагаемых под дном реки. Забор воды в сложных условиях (горные реки и др.) осуществляется донным сооружением в виде бетонного канала – плотины, перекрытой сверху решеткой из стальных прутьев.

1.2. Насосные станции

В состав помещений насосных станций входят водоприемная камера и машинный зал, электрощитовая, помещения распределительных устройств, трансформаторная и обслуживающие помещения персонала.

Насосные станции выполняют прямоугольной или круглой формы в плане. Конструктивное решение станций – из типовых унифицированных элементов с пролетами 6, 9 и 12 м; протяженностью 12...36 мкратно модулю 6 м на основе применения железобетонных конструкций промышленного строительства и каменной кладки. Примером насосной станции, совмещенной с водозаборным сооружением, является русловое водозаборное сооружение, построенное для водоснабжения крупного промышленного предприятия (рис. 2).

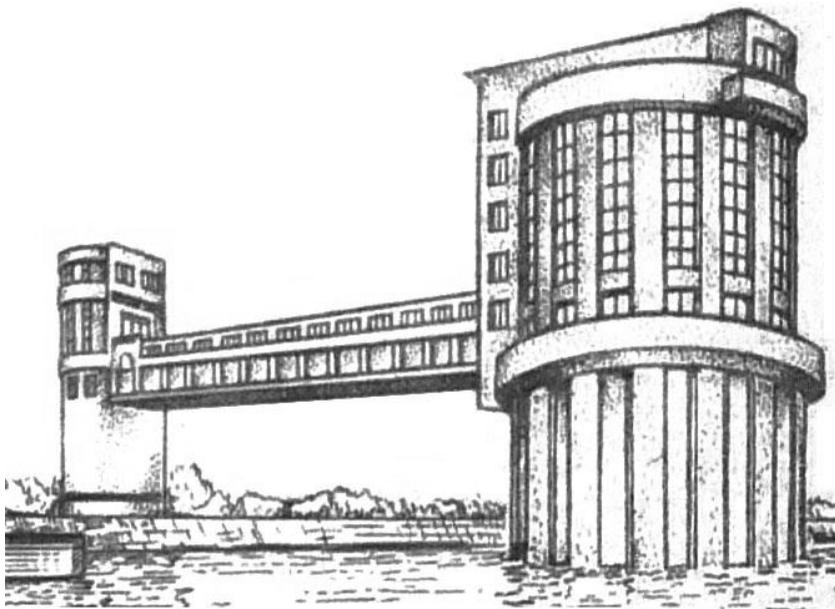


Рис. 2. Комплекс насосной станции первого подъема, совмещенной с водозабором

В одном здании круглого очертания в плане диаметром 21,5 м совмещены водоприемник, насосная станция с тремя вертикальными насосами и помещение для электрораспределительного устройства. Основание сооружения заглублено на 10 м. Сооружение вынесено в реку и соединяется с берегом посредством железобетонного моста, внутри которого проложены напорные водоводы.

Покрытие и перекрытие выполняются из монолитного железобетона или сборных элементов, кровля – утепленная рулонная, полы – из метлахской плитки. Ввиду высокого уровня грунтовых вод целесообразно применять насосные станции шахтного типа круглой формы с диаметром до 15 м (рис. 3).

Очень часто здания заглубленных насосных станций устраивают методом опускного колодца из монолитного или сборного железобетона круглыми в плане. Колодцы погружаются под действием собственного веса стен при извлечении грунта со дна колодца. Нижняя часть опускных колодцев называется ножом. Схема конструкции колодца показана на рис. 3,б. Стены опускных колодцев армируют вертикальной и кольцевой арматурой, а дни-

ща – кольцевой и радиальной арматурой.

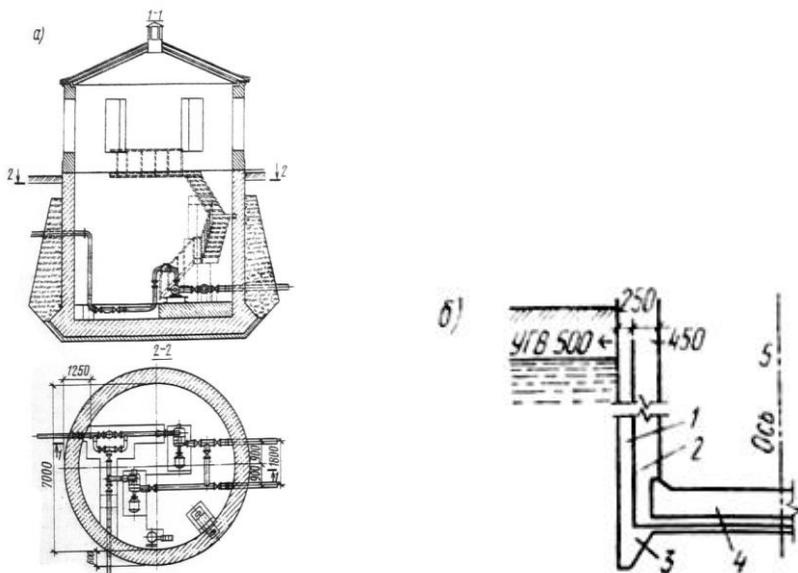


Рис. 3. Насосная станция второго подъема (а) и схема конструкции стены и дна заглубленной насосной станции с применением опускающего колодца (б):

1 – стена; 2 – гидроизоляция; 3 – ножевая часть; 4 – монолитное днище; 5 – шахта

1.3. Упоры

Они представляют собой сооружения, устраиваемые в местах поворотов труб водопроводной сети в горизонтальной и вертикальной плоскостях, тройниках и тупиковых концах с целью защиты напорных трубопроводов от гидравлических и температурных нагрузок. Упоры трубопроводов выполняют из бетона или железобетона. В зависимости от способа крепления трубопровода различают упоры открытого типа, в которых трубопровод крепится с помощью стальных хомутов к бетонному упору, и закрытого типа, в которых трубопровод заделывается непосредственно в упор (рис. 4, 5). Упоры открытого типа применяют для трубопроводов, уложенных по поверхности земли. Для увеличения сопротивления Упора сдвигу основание его устраивают ступенчатым.

Архитектура

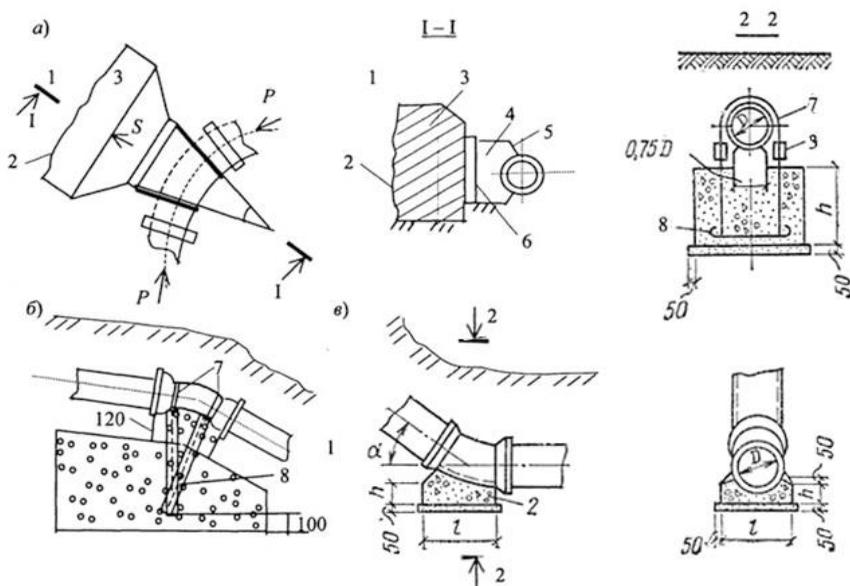


Рис. 4. Упоры для чугунных подземных раструбных трубопроводов:

а – при повороте в горизонтальной плоскости; б, в – при повороте в вертикальной плоскости: 1 – ненарушенный грунт, 2 – опорная поверхность, 3 – тело упора бетон марки М 70– 90, 4 – подушка, 5 – бетон, 6 – толевая прокладка в два слоя, 7 – хомуты, 8 – анкерные болты. 9 – стяжные стальные муфты

1.4. Емкостные сооружения

Многие сооружения водопровода и канализации представляют собой емкостные сооружения, похожие между собой по конструкции и различающиеся функциональным назначением и размерами (табл. 1).

Архитектура

Классификация емкостных сооружений
Табл. 1

Тип сооружения	Наименование сооружений
Заглубленное открытое На земные открытые Заглубленное закрытое Полузаглубленное закрытое Надземное	<p><i>Цилиндрические сооружения</i></p> <p>Двухярусные отстойники, осветлители-перегиватели, радиальные отстойники, биокоагуляторы, контактные резервуары, радиальные песколовки, вертикальные песколовки, илоуплотнители</p> <p>Аэрофилтры, биофилтры Резервуары для воды, колодцы, насосные станции</p> <p>Метантенки. башенные биофилтры</p> <p>Резервуары водонапорных башен, баки для растворения коагулятора</p>
Заглубленное открытое Наземное открытое Заглубленное закрытое	<p><i>Прямоугольные сооружения</i></p> <p>Аэротенки, горизонтальные отстойники, песколовки, лотки, неф теотделители, смесители, контактные резервуары, нл оупл от нител н, нейтрализационные установки</p> <p>Скорые филтры, биофилтры, контактные осветлители, байт для растворения реагента</p> <p>Резервуары для воды, горизонтальные отстойники систем во доснабжения. приемные камеры теплой и охлажденной воды, колодцы</p>

Одни емкости сооружают для хранения воды, что требует в них устройства покрытия и в некоторых случаях заглубления в грунт, другие служат в качестве отстойников, аэротенков и т. д. В зависимости от технологических требований емкостные сооруже-

Архитектура

ния могут быть заглубленными, наземными и надземными. По форме в плане емкости подразделяются на круглые и прямоугольные. Выбор резервуаров и размеров их зависит от технологических и технико-экономических требований.

Иногда емкостные сооружения для обеспечения технологического процесса (аэротенки, песколовки, фильтры) блокируют в единые сооружения, представляющие собой многоячеистые конструктивные схемы. Емкостные сооружения выполняют из монолитного и сборного железобетона и стали.

При проектировании подземных сооружений следует по возможности избегать их расположения ниже уровня грунтовых вод, так как это существенно осложняет производство работ, утяжеляет конструкцию днища, воспринимающего подпор грунтовых вод, требует увеличения слоя грунтовой засыпки на покрытии для предотвращения возможного всплытия сооружения.

1.5. Водонапорные башни

При проектировании водонапорных башен их рассматривают как элемент архитектуры, обогащающий ландшафт. Прежде всего выбирают место расположения башни; особое внимание уделяют ее архитектурной форме, т. е. применяют оригинальное решение конструкций, отделку и декорирование фасада и др.

Основными характеристиками башни являются полезная вместимость резервуара и высота расположения днища резервуара над уровнем земли. В состав водонапорной башни входят: резервуар, иногда шатер с покрытием, опора с перекрытием, фундамент. Конструкция резервуара чаще выполняется круглой в плане из железобетона и стали. Шатер и покрытие над резервуаром предназначаются для его утепления и применяются в местностях с холодным климатом. Подробнее водонапорные башни рассмотрены ниже, в п. 4.

1.6. Колодцы

Колодцы устраивают на узловых соединениях сетей, в местах расположения пожарных гидрантов, вантузов (для автоматического удаления воздуха из трубопроводов), и выпусков (на водоводах), при вводах в здания. Смотровые колодцы выполняют кирпичными, бутовыми железобетонными (монолитными и сборными), для спуска в колодцы применяют стальные скобы, заделываемые в стенке по вертикали. Колодцы бывают круглыми (диаметром до 2 м) с горловиной из железобетонных колец и прямоугольными из плоских панелей. Более подробно конструкции круглых железобетонных колодцев рассмотрены ниже, в п. 5.

2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Несмотря на различия в назначении этих зданий, можно выделить ряд принципов, положенных в основу их проектирования. Во-первых, с целью сокращения строительного объема и площади застройки, установки различного технологического назначения стараются размещать в одном здании. Во-вторых, для возведения зданий стараются максимально использовать унифицированные строительные конструкции индустриального изготовления. Все это позволяет снизить стоимость и сократить сроки возведения зданий, повысить технический уровень и качество строительства.

Для зданий систем водоснабжения и водоотведения в качестве унифицированных приняты здания с одним пролетом размером 6 м (рис. 6), а также 9, 12 или 18 м (рис. 7). Высота надземной части здания принимается равной 3,6; 4,8; 6; 7,2; 8,4; 9,6; 12,6 м; при высоте 12,6 м предусмотрено оснащение здания мостовым краном, причем колонны могут быть двухветвевыми. Однако последняя схема применяется редко, чаще всего здания систем водоснабжения и канализации оснащаются кран-балками или монорельсом. Здания по расположению относительно уровня земли подразделяются на надземные (без подземной части), полузаглубленные (унифицированная глубина подземной части 1,2 м), заглубленные (унифицированная глубина подземной части 2,4; 3,6; 4,8; 6 м), подземные (унифицированная глубина подземной части 6 м).

Надземная часть зданий систем водоснабжения и канализации компонуется так же, как в обычных одноэтажных промышленных зданиях, с использованием преимущественно сборных железобетонных конструкций заводского изготовления. Заглубленную часть полузаглубленных, заглубленных и подземных зданий обычно выполняют из сборных железобетонных панелей шириной 3 м и высотой соответственно заглублению здания: 2,4; 3,6; 4,8 или 6 м. Эти панели (рис. 8, в, г) устанавливаются в продольный паз монолитного железобетонного ленточного фундамента и замоноличивают, что обеспечивает надежное защемление панелей в фундаменте. Выпуски арматуры при монтаже панелей также замоноличивают. Панели рассчитывают на боковое давление грунта как консоли.

Днище заглубленной части обычно выполняют в виде монолитной железобетонной плиты, а при высоком уровне грунтовых вод всю заглубленную часть (т. е. днище и стенки)

проектируют как единую коробчатую конструкцию из монолитного железобетона. Для создания гидроизоляции заглубленную часть здания при отсутствии грунтовых вод снаружи обмазывают горячим битумом. При наличии грунтовых вод делают оклеенную гидроизоляцию из рубероида, пергамина, гидроизола или синтетических материалов с превышением максимального уровня воды на 0,5 м. Оклеенная гидроизоляция наклеивается на огрунтованную поверхность и защищается кирпичной стенкой толщиной в 1/2 кирпича. Применяют также пропитку бетонных и железобетонных элементов битумом или другим гидрофобным материалом, нагнетание жидких материалов, которые при затвердевании образуют гидроизолирующий слой. Для защиты от агрессивных грунтовых вод конструкции, находящиеся в грунте, выполняют из бетонов повышенной плотности, изготовленных на основе специальных цементов, или применяют гидрофобизацию его поверхности, лакокрасочные защитные покрытия и т. д.

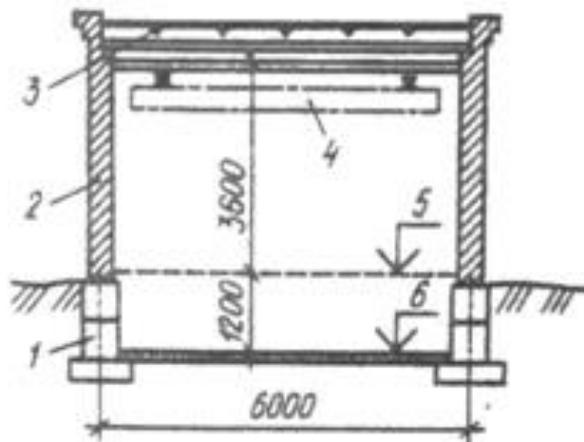


Рис. 6. Конструктивная схема унифицированного здания систем водоснабжения и канализации при пролете 6 м:

1 – фундамент; 2 – кирпичные стены; 3 – железобетонные плиты покрытия 1,5х6 или 3х6 м; 4 – кран-балка; 5 – уровень пола для надземного здания; 6 – то же, для полузаглубленного здания

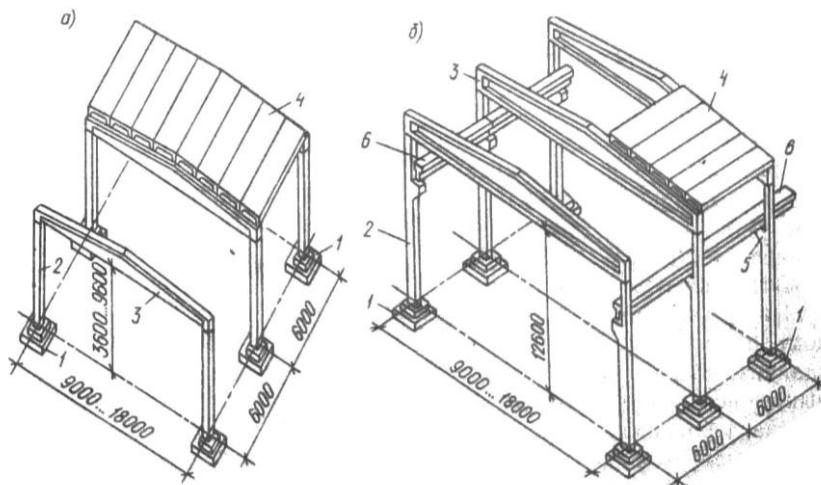


Рис. 7. Конструктивные схемы унифицированных зданий систем водоснабжения и канализации при пролетах 9... 18 м:

а – схема здания с кран-балками или монорельсом; б – то же, с кранами; 1 – фундамент; 2 сборные железобетонные колонны; 3 – несущие элементы покрытий, (балки); 4 – панели покрытий, 5 – консоли колонн, 6 – подкрановые балки

Фундаменты под здания и сооружения систем водоснабжения и водоотведения и санитарно-техническое оборудование часто приходится возводить в сложных гидрогеологических условиях, в частности при значительном их заглублении, в условиях непрерывного воздействия грунтовых вод, в условиях опасности подмыва основания, а в некоторых случаях и при воздействии значительных динамических нагрузок.

При возведении фундаментов значительного заглубления, в том числе ниже уровня грунтовых вод, приходится решать вопросы крепления стен котлована и его защиты от грунтовых вод. Для крепления стен котлованов, отрывааемых выше уровня грунтовых вод, могут быть использованы простейшие распорные крепления (из стоек и распорок). Если фундамент расположен ниже уровня грунтовых вод, крепление его стенок должно быть не только прочным, но и плотным, чтобы предупредить проникание воды в котлован. В этом случае применяют крепление в виде деревянных (при глубине до 5 м) или стальных шпунтовых стенок, прорезающих всю толщину водоносных грунтов и заглубленных в сравнительно водоупорный грунт (глину, суглинок). Для увеличения жесткости и прочности шпунтовой стенки иногда применяют го-

Архитектура

ризоньальные (при глубине до 6 м) или наклонные анкеры, желательнo с предварительным натяжением (рис. 8). Применяют также искусственное замораживание грунтов, позволяющее образовать вокруг котловодонепроницаемую льдогрунтовую стену. Этот способ довольно дорог, его применяют лишь при необходимости обеспечения водонепроницаемости на большой глубине (несколько десятков метров); нужно учитывать, что при оттаивании грунт приобретает просадочные свойства, и избегать искусственного замораживания ниже подошвы фундаментов или около существующих зданий и сооружений.

Подземную часть зданий и сооружений часто целесообразно возводить методом «стена в грунте». Для этого в грунте отрывают глубокую траншею шириной 0,5...0,8 м, заполняют раствором мелкодисперсной бентонитовой глины и бетонируют стену подводным способом через вертикально перемещающуюся трубу; по мере заполнения траншеи бетоном трубу поднимают, пока участок траншеи не будет забетонирован полностью. При устройстве подземной части зданий и сооружений этим методом возводимая стена может одновременно служить и фундаментом, и креплением стен котлована. Иногда, особенно в глинистых грунтах, когда приток грунтовых вод в котлован незначителен, выгоднее выполнить осушение котлована способами открытого водоотлива (откачкой воды из котлована) или искусственного понижения уровня грунтовых вод (при помощи иглофильтров с шагом 1...1.5 м, из которых откачивают воду всасывающим вихревым насосом).

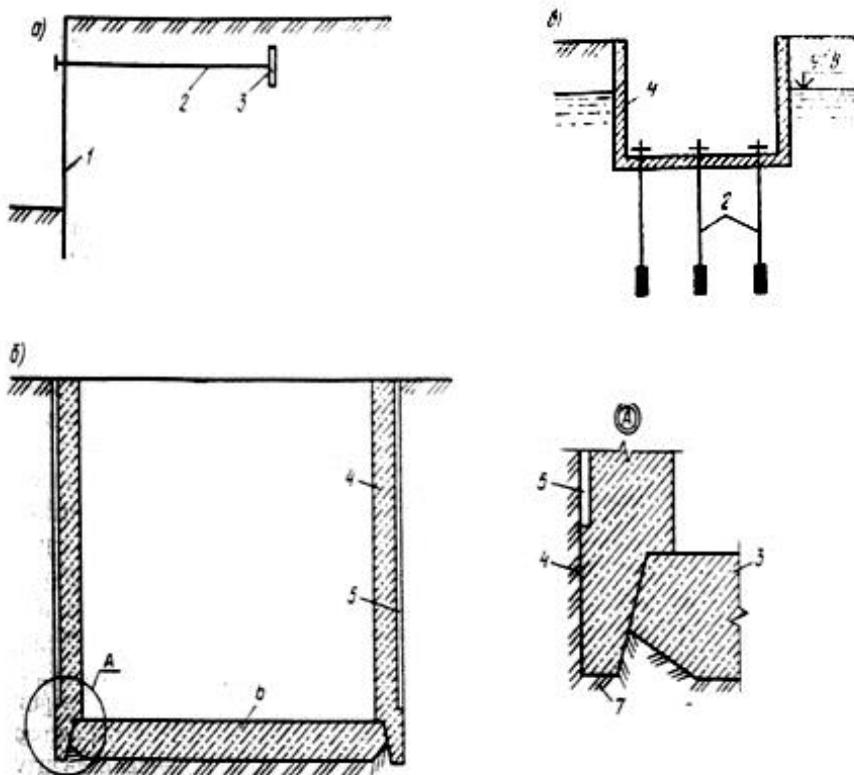


Рис. 8. Схемы анкеровки элементов сооружений систем водоснабжения и канализации:

а – схема анкеровки шпунтовой стенки; б – схема опускного колодца; в – схема анкеровки облегченного опускного колодца; 1 – шпунтовая стенка; 2 – анкерная тяга; 3 – анкер; 4 – стенки колодца из железобетона; 5 – щель, заполненная раствором бентонитовой глины, 6 – железобетонное днище колодца; 7 – ножевая часть колодца из сварной стали

Фундаменты зданий и сооружений систем водоснабжения и канализации часто устраивают методом опускного колодца. При этом на поверхности земли сооружают пустотелую нижнюю часть фундамента в виде колодца произвольной формы в плане, затем через вертикальную полость колодца из-под него извлекают грунт и колодец под действием своего веса погружается в грунт. Нижняя часть колодца имеет заостренную форму или снабжена прочно заделанным специальным ножом из стали. Для уменьше-

ния сил трения грунта по периметру стенок колодца иногда применяют тиксотропную рубашку или вибрирование. Колодец постепенно наращивают сверху и погружают все глубже, вплоть до достижения проектной отметки, после чего нижнюю часть вертикальной полости (дно) заполняют бетоном, резко увеличивая площадь подошвы фундамента. Этот метод заглубленных сооружений весьма целесообразен, так как объем земляных работ и расход материалов на устройство фундамента сводятся к минимуму.

Для облегчения конструкции колодца и упрощения производства работ используют дополнительный пригруз, создаваемый за счет натяжения вертикальных анкеров, заделываемых в грунт ниже проектного положения колодца. Опускные колодцы, погруженные ниже уровня грунтовых вод (особенно облегченные), необходимо проверить на всплытие, и при необходимости заанкеровать колодец, забивая сваи в нижележащий грунт или устраивая буровые анкеры. Методом опускного колодца возводят канализационные насосные станции значительных размеров (диаметром и глубиной до 70 м и более).

При устройстве фундаментов под оборудование, создающее динамические нагрузки, желательно предварительно уплотнить грунт более интенсивными динамическими воздействиями (вибрированием или трамбованием), или провести закрепление грунта, или устроить свайное основание. Для уменьшения динамических воздействий целесообразно демпфировать (гасить) колебания на самом оборудовании путем улучшения конструкции подвески, применением специальных виброгасителей и виброопор, устройством наружной виброизоляции фундамента.

3. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ЕМКОСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

В системах водоснабжения и водоотведения широко применяются емкостные сооружения из железобетона, в основном из сборно-монолитного. Конструкции этих сооружений в значительной степени унифицированы. Для емкостных сооружений разработана серия рабочих чертежей унифицированных изделий, предназначенных для применения в типовых и индивидуальных проектах следующих емкостных сооружений систем водоснабжения и канализации:

- по системам водоснабжения – резервуаров для воды, горизонтальных отстойников, фильтров, осветлителей, приемных камер теплой и охлажденной воды;
- по системам канализации – аэротенков, горизонтальных

отстойников, смесителей, нефтеотделителей, нефтеловушек, контактных резервуаров, песчаных фильтров доочистки, усреднителей, нейтрализаторов-отстойников, песколовок, вертикальных, двухъярусных и радиальных отстойников, осветлителей, перегнивателей, аэрофильтров.

Размеры унифицированных прямоугольных и круглых в плане емкостных сооружений принимают, как правило, кратными 3 м, а по высоте 0,6 м (при длине или диаметре до 9 м – кратными 1,5 м – для прямоугольных и кратными 1 м – для круглых). Например, для нефтеотделителей и нефтеловушек принята унифицированная высота 2,4 м, ширина 12, 18, 24 м; длина 18, 24, 30, 36 м (для нефтеотделителей только 36 м). Для радиальных отстойников принята унифицированная высота 3, 3,6, 4,2 м при внутренних диаметрах 18, 24, 30 м, а также диаметр 40 м (при высоте 3 и 4,2 м) и диаметр 50 м (при высоте 5,4 м). Днище всех емкостей выполняется из монолитного железобетона толщиной не менее 120 мм с двойной арматурой, стены и покрытие – из сборных железобетонных плит.

3.1. Конструкции стен емкостных сооружений

В прямоугольных емкостях ответственным местом являются угловые участки в местах пересечения стен. Панели стен (шириной 3 м, высотой 2,4...6 м, толщиной 140...320 мм) могут быть балочного и консольного типов (рис. 9, а, б). Панели армируют двойной арматурой в виде плоских сеток. Глубина заделки панелей в паз монолитного днища принимается по расчету в зависимости от диаметра вертикальной рабочей арматуры, с учетом достаточной длины ее анкеровки. В открытых емкостях при панелях балочного типа поверху устанавливают горизонтальные связи-распорки, а узлы соединения распорок с панелями рассчитывают на горизонтальную нагрузку собираемую с соответствующего участка стены. В углах стены могут соединяться жестко (при помощи монолитных бетонных участков) или подвижно, когда монолитных участков нет, а герметичность стыка обеспечивается тиоколовым герметиком. Расчетную нагрузку на стены принимают равной гидростатическому давлению воды, залитой до верха стен, а в стадии эксплуатации уровень жидкости должен быть на 0,2 м ниже верха; этот уровень используют в расчетах по образованию и раскрытию трещин.

В цилиндрических емкостных сооружениях применяют аналогичное конструктивное решение, только внешнюю поверхность панелей (а при диаметре емкости до 9 м и внутреннюю) принимают криволинейной (рис. 10). Высота панелей принимается

кратной 0,6 м, ширина – кратной числу n , т. е. 3,14, толщина – равной 120...195 мм. Подобные емкости армируют кольцевой напрягаемой арматурой, причем натяжение производится до замоноличивания стыка стеновых панелей с днищем, но после замоноличивания стыков между стеновыми панелями и достижения бетоном замоноличивания прочности не менее 70 % проектной. Шаг между витками напрягаемой арматуры определяют расчетом. Стеновые панели и процессе монтажа устанавливают с зазорами, чтобы облегчить заполнение швов бетоном замоноличивания. Каждый слой напрягаемой арматуры защищают слоем цементно-песчаного раствора, наносимого путем торкретирования; для заглубленных сооружений толщина этого защитного слоя составляет 25 мм, для открытых наземных – 30 мм. Защитный слой наносят при наполненном резервуаре, чтобы избежать впоследствии появления в нем трещин.

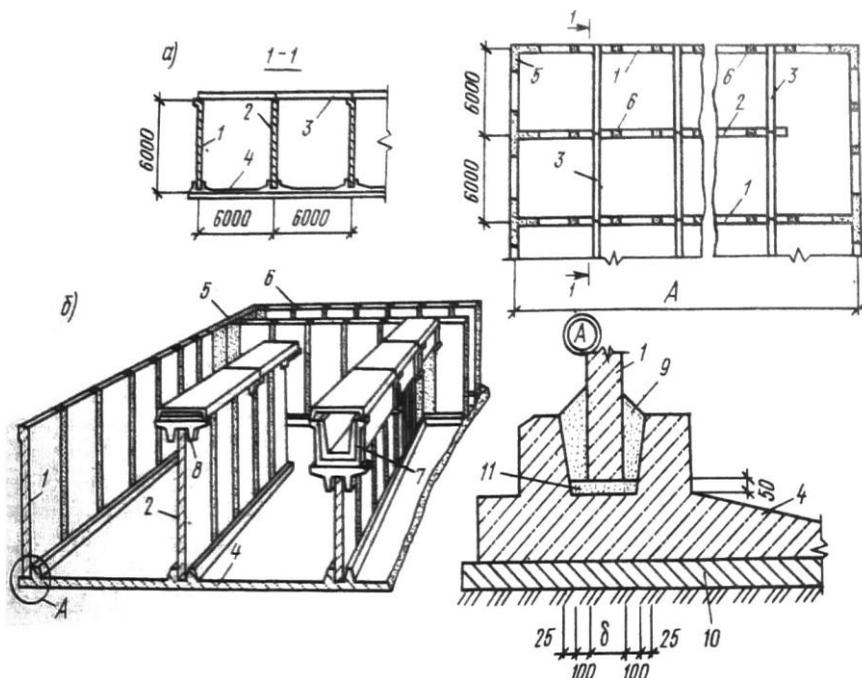


Рис. 9. Конструктивное решение азротенка из железобетонных панелей (армирование условно не показано):

а – из панелей балочного типа; б – из панелей консольного типа: 1 – стеновые панели; 2 – перегородочные панели; 3 – распорки через 6 м для восприятия горизонтальных усилий; 4 – монолитное железобетонное днище, 5 – монолитные участки

несущих стен; 6 – шпуночные стыки между стеновыми и перегородочными панелями; 7 – прямоугольный лоток, перекрытый плитами; 8 – мостик для прохода и укладки технологических трубопроводов; 9 – бетон замоноличивания паза днища, класса не менее В25; 10 – бетонная подготовка из бетона класса В5; 11 – выравнивающий слой цементного раствора (наносится в процессе монтажа стен)

3.2. Конструкции покрытий резервуаров

Резервуары для воды, так же как горизонтальные отстойники систем водоснабжения, приемные камеры теплой и охлажденной воды, выполняют закрытыми, т. е. с покрытиями. В качестве опор покрытий используются стены и колонны (рис. 10). Применяют сборные покрытия балочного типа – ребристые плиты по ригелям, опирающимся на колонны. Для круглых в плане резервуаров с унифицированными объемами 100...6000 м³ иногда применяют безбалочное покрытие, опирающееся на колонны с капителями. Покрытия с опиранием только на стены решаются аналогично покрытиям промышленных зданий. Для круглых в плане резервуаров при наличии промежуточных стенок-перегородок покрытия могут быть решены в виде купола (рис. 11). Купольное покрытие из монолитного железобетона по затратам материалов является наиболее экономичным, однако при возведении требует сложной опалубки.

3.3. Конструкция днища и стыка днища со стенкой резервуара

Выбор конструкции днища связан с конструкцией покрытия (рис. 8). Так, при наличии колонн днище будет загружено их реактивным давлением, причем его толщина и армирование определяются расчетом. При отсутствии промежуточных опор изгибающие моменты возникают только у мест примыкания днища и распространяются на небольшие зоны.

Конструкция стыка покрытия и днища со стенкой часто принимается скользящей. При этом для скользящих прокладок используют резину, неопрен и другие материалы. Такая конструкция, обеспечивая свободу радиальных деформаций стенки в местах сопряжения, позволяет осуществить плотное обжатие стенок по всей высоте, включая зоны, прилегающие к опорным элементам.

За последние годы получили распространение конструкции емкостей с предварительным напряжением в двух и трех направлениях, конструкции с заделкой стыков на напрягающем цементе,

Архитектура

конструкции из новых разновидностей железобетона – армоцемента, фибробетона и другие прогрессивные конструктивные решения.

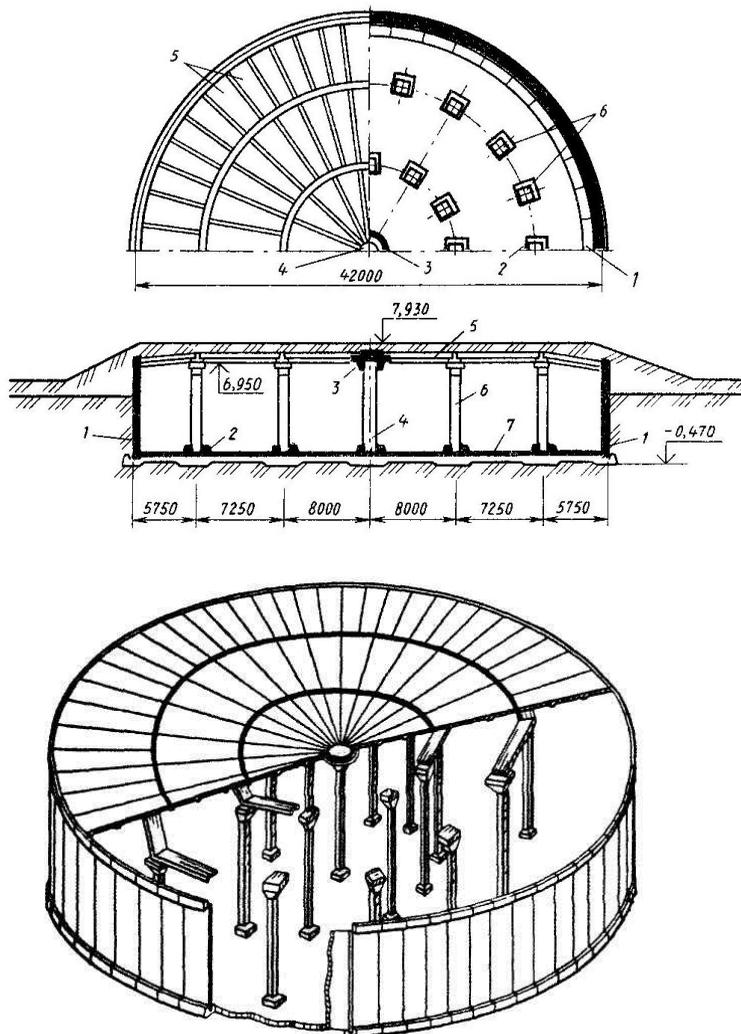


Рис. 10. Сборный железобетонный цилиндрический резервуар: 1 – стенная панель, 2 – опорный стакан, 3 – центральная плита, 4, 6 – колонны, 5 – плиты покрытия, 7 – днище из монолитного железобетона

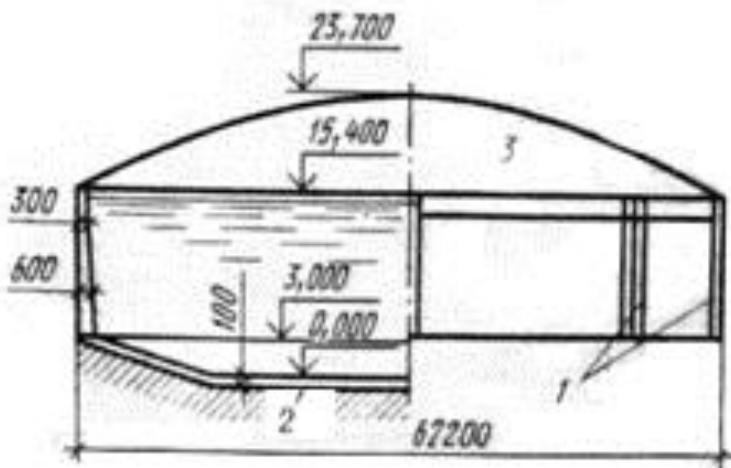


Рис. 11. Конструктивное решение круглого монолитного резервуара: 1 – стенка резервуара, 2 – днище; 3 – покрытие

3.4. Конструкции с многоосным предварительным напряжением

В качестве примера на рис. 12 показан разрез одного из резервуаров для воды. Каждый резервуар вместимостью 47 000 м³ представляет собой цилиндрическую емкость диаметром 82 м и рассчитан на давление воды высотой 9 м. Стеновые панели толщиной 35 см опираются на балку кругового (в плане) очертания сечением 0,87×0,98 м. Между монолитным днищем и верхним концом свай, служащих основанием резервуара, уложены неопре-новы прокладки, позволяющие емкости свободно расширяться. Днище резервуара подвергнуто предварительному напряжению в двух направлениях.

Круглая в плане опорная балка также подвергнута предварительному напряжению. Покрытие резервуара – плоская плита толщиной 18 см с предварительным напряжением в двух направлениях (сетка пролетов с ячейкой 2,25×2,25 м). Многоосное предварительное напряжение значительно повышает трещиностойкость и, как следствие, водонепроницаемость резервуаров.

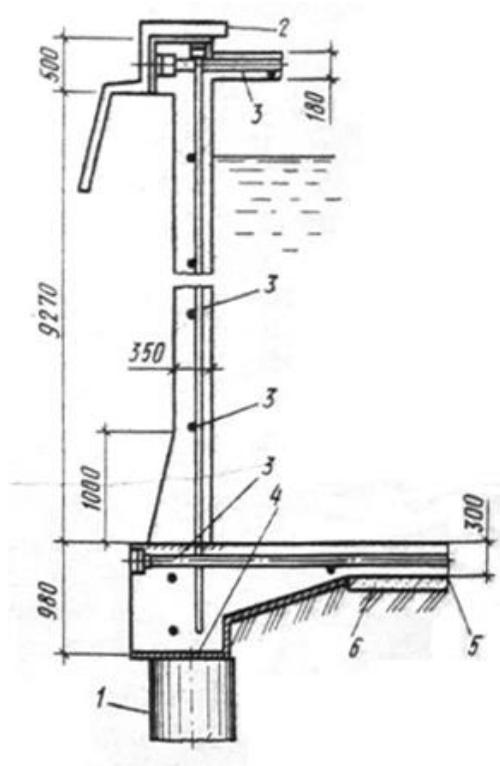


Рис. 12. Резервуар с предварительным напряжением в трех направлениях:

1 – свая, 2 – сборная карнизная плита; 3 – канатная арматура; 4 – неопреновая прокладка; 5 – битумная обмазка; 6 – бетонная подготовка

3.5. Стыки элементов сооружений на напрягающем цементе

Для заделки стыков сборных конструкций резервуаров, а также отстойников, фильтров и других емкостных сооружений систем водоснабжения и водоотведения широко применяют напрягающий цемент. В результате этого удалось полностью отказаться от навивки высокопрочной проволоки на круглые в плане различной высоты полносборные сооружения диаметром 6...30 м. Стыки стеновых панелей, стеновых панелей с плитами днища и плит днища выполняют соединением арматуры с помощью петлевых выпусков, полностью исключая сварку. В

прямоугольных в плане сооружениях при соединении элементов предпочтение отдается также петлевым стыкам арматуры как наиболее простым.

Сборные плиты дна принимают площадью 6...8 м² (в некоторых случаях при соответствующем обосновании допустимо укрупнение до 12... 15 м²), дальнейшее увеличение площади существенного влияния на сокращение трудозатрат не оказывает, а расход стали и бетона возрастает в результате повышения монтажных нагрузок от собственного веса. Созданы также стеновые панели массой 12...18 т, площадью до 36 м², толщиной 160 мм и более. В качестве примера на рис. 13 показана конструкция отстойника со стыками на напрягающем цементе. Стены отстойника диаметром 30 м сделаны из 35 однотипных элементов. Однотипность позволяет упростить опалубку для изготовления изделий. Масса каждого элемента стен отстойников составляет 10 т. Применение крупногабаритных изделий дает возможность снижать трудоемкость и способствует повышению качества строительства.

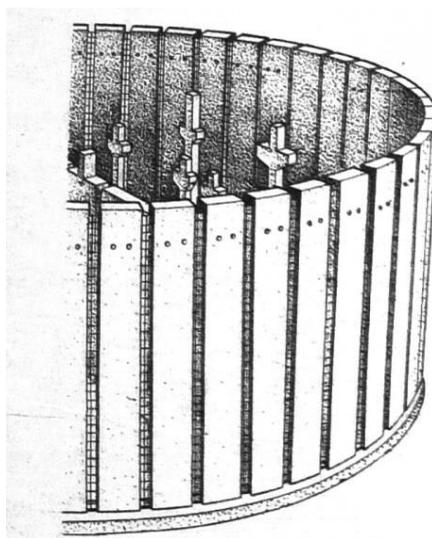


Рис. 132. Отстойник с диаметром 30 м с заделкой стыков на напрягающем цементе (НЦ)

3.6. Резервуары из армоцемента

Для возведения резервуаров применяют также разновидность железобетона – армоцемент состоящий из мелкозернистого бетона, армированного тонкими сварными сетками. Разработаны

подобные резервуары вместимостью до 50 м^3 в форме однополосного гиперboloида вращения. Изготовление резервуаров заключается в сварке арматурного каркаса, натяжении на него тканых сеток и последующего нанесения мелкозернистого бетона. Опалубки при этом не требуются. Толщина стенок резервуаров принята равной 25 мм, бетон класса В30. На такие резервуары расходуется в 6 раз меньше металла, чем на остальные, а стоимость их в 1,5 раза ниже. По сравнению с железобетонными такие резервуары значительно легче и требуют в 5 – 6 раз меньше бетона.

Существуют и открытые армоцементные резервуары гиперболической формы вместимостью до 25 м^3 с толщиной стенки 15 мм, армированные ткаными сетками, а также проложенными между ними отдельными стержнями диаметром 4 мм, и закрытые эллипсоидной формы вместимостью 100 м^3 . Применяют также водонапорные башни вместимостью 150 м^3 , высотой 21,8 м. Такая башня состоит из ствола кольцевого сечения диаметром 2,6 м и шести вертикально подвешенных к нему резервуаров диаметром 2,5 м каждый и вместимостью 25 м^3 . Стены резервуаров толщиной 165 мм имеют наружный и внутренний армоцементные слои толщиной 15 мм, армированные ткаными сетками, и внутренний бетонный сердечник армированный сеткой с ячейкой $100 \times 100 \text{ мм}$ из проволоки диаметром 4 мм.

3.7. Монолитные днища резервуаров из сталефибробетона

Днища резервуаров можно выполнять не из железобетона, а из монолитного сталефибробетона, что позволило исключить из его конструкции значительную часть стержневой арматуры и сократить продолжительность возведения сооружения. Резервуар имеет прямоугольную форму, стены – из сборных железобетонных панелей. Днище выполнено из фибробетона с усилением зоны щелевого паза арматурными сетками (комбинированное армирование). Фибробетонную смесь готовили из мелкозернистого бетона и фибр периодического профиля из стальной проволоки диаметрами 0,8...1,6 мм и длиной 80...160 мм. Разработан также проект резервуара чистой воды размером в плане $108 \times 48 \text{ м}$. Средняя часть днища выполняется из фибробетона с усилением его арматурными сетками только под колоннами. При относительно равных по сравнению с железобетоном расходах материалов и сметной стоимости применение сталефибробетона в днищах резервуаров позволяет более чем на 30 % снизить трудозатраты на строительной площадке и соответственно сократить сроки возведения сооружений.

Расчет покрытий резервуаров производится аналогично покрытиям зданий на действие нагрузок собственного веса, веса грунтовой засыпки, снеговой нагрузки. В необходимых случаях при жестком защемлении покрытия в стенки учитывается влияние защемления покрытия. Расчет аналогичен расчету защемленной плиты днища.

Днища цилиндрических емкостей выполняют в виде плоской или конической оболочки, лежащей на упругом основании. При отсутствии подбора грунтовых вод собственный вес днища и вес жидкости уравниваются соответствующим отпором грунта, не вызывая в днище усилий. Изгибающие моменты в днище возникают только из участков стыка с цилиндрической стенкой и в местах опирания фундаментов колонны. Изгибающие моменты на этих участках определяют, рассматривая днище как длинную балку на упругом основании единичной ширины, вырезанную двумя сечениями, параллельными диаметру. По найденным моментам подбирают арматуру в днище на участках примыкания стен и колонн и проверяют его трещиностойкость. На остальной части арматура ставится конструктивно.

4 .КОНСТРУКЦИИ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН

Водонапорные башни относятся к системам водоснабжения населенных пунктов (преимущественно в сельских местностях) или отдельных объектов и предназначены для установки на определенной высоте резервуаров (рис. 14). Эти сооружения применяются для создания напора воды в водопроводных сетях при отсутствии насосных станций, для регулирования недопотребления, для предотвращения гидравлических ударов и т. п.

Архитектура

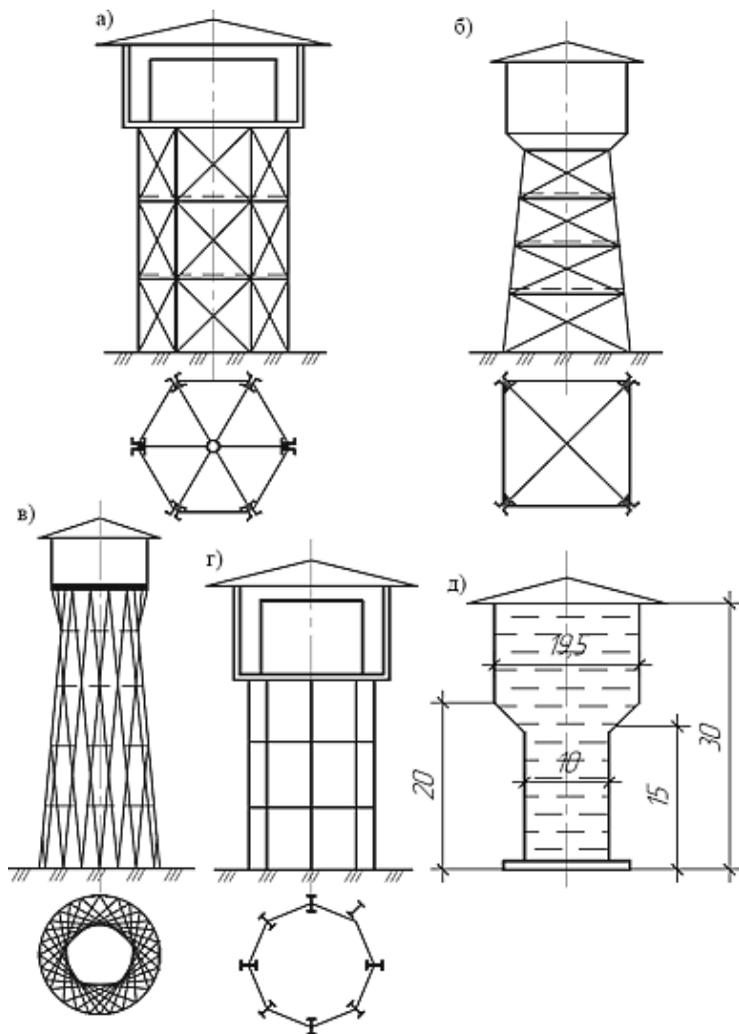


Рис. 14. Типы водонапорных башен:
 а – призматические; б – пирамидальные; в – башни системы Шухова; г – рамная пространственная конструкция; д – башни-оболочки

Водонапорная башня состоит из следующих основных элементов: водонапорного бака, поддерживающей конструкции (ствола) и фундамента.

Для ограждения резервуара от температурных воздействии

внешней среды его утепляют или устанавливают над ним шатер. В районах с мягким климатом шатры можно не устраивать, но в этом случае бак должен иметь перекрытие.

Водонапорные башни бывают железобетонные, стальные, кирпичные и деревянные.

Стальные резервуары водонапорных башен. Пример бесшатровой металлической башни конструкции А. М. Рожновского показан на рис. 15, а. Конструктивные схемы более крупных металлических водонапорных башен, показаны на рис. 15, о, в, г.

Такие резервуары относятся к листовым конструкциям. Основной особенностью листовых конструкций является то, что их швы должны одновременно удовлетворять требованиям прочности и непроницаемости. Листовые конструкции отличаются относительно большой протяженностью сварных соединений, при их изготовлении необходимы:

- фасонный раскрой листового проката и лент;
- вальцовка обечаек из листовой стали и колец из фасонной стали;
- изготовление рулонных заготовок;
- штамповка габаритных выпуклых днищ и другие операции, не требующиеся при производстве обычных металлических конструкций.

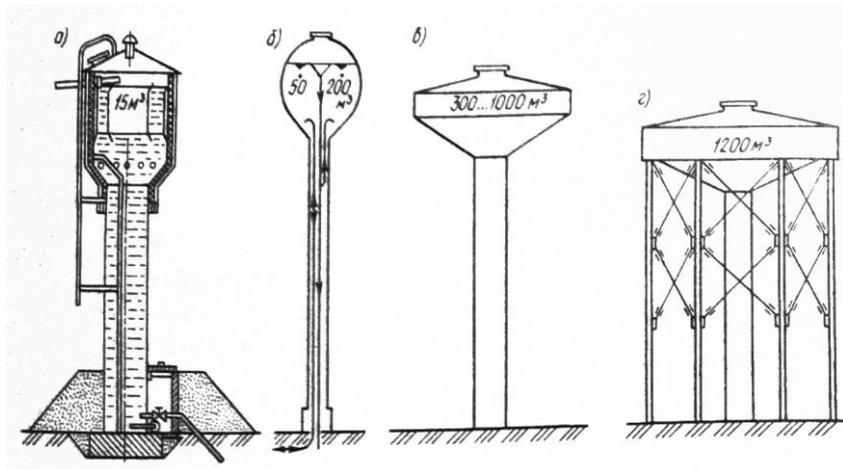


Рис. 15. Бесшатровые металлические водонапорные башни

Стенка собирается по высоте из отдельных горизонтальных колец (поясов). Швы, листов в поясах устраивают вразбежку сты-

ковым швом. Пояса между собой соединяются стыковым или угловым швом.

Соединение стенок резервуара с дном осуществляют двумя кольцевыми швами. При пространственном дном в узле сопряжения со стенкой создается опорное кольцо. Резервуар с плоским дном опирается на железобетонное перекрытие водонапорной башни. При сферическом или коническом дном устройства перекрытия не требуется, так как давление на опоры передает опорное кольцо.

Опоры и фундаменты водонапорных башен. В зависимости от общих конструктивных признаков опоры таких башен можно разделить на сплошные (цилиндрические оболочки), сквозные (стержневые системы), комбинированные (сочетание оболочки со стержневой системой). Конструкция опоры зависит от высоты башни, объема резервуара и его размеров в плане, характеристики основания и других факторов. Наиболее распространена конструкция опоры и виде цилиндрической оболочки.

Унифицированный ряд высот H водонапорных башен кратен модулю $3M$: $H=9, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42$ м. На рис. 16, а изображена типовая бесшатровая железобетонная водонапорная башня с металлическим резервуаром вместимостью 800 м³; опора высотой 24...36 м запроектирована в виде цилиндрической оболочки толщиной 150 мм с внутренним диаметром 5,7 м из бетона, класса В15. Железобетонная водонапорная башня с опорой сетчатой; конструкции, выполненной из сборных элементов, показана на рис. 16 б.

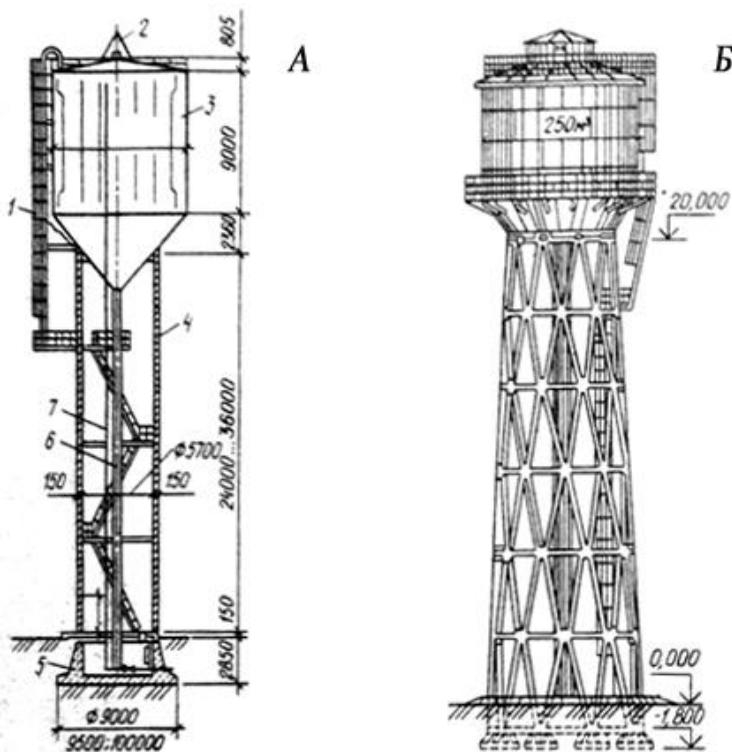


Рис. 16. Водонапорные башни:

А – типовая водонапорная башня с цилиндрической опорой из монолитного железобетона: 1 – лестница; 2 – молниеотвод; 3 – резервуар; 4 – опора; 5 – фундамент; 6 – напорно-разводящий стояк; 7 – напорно-разводящая труба

Б – железобетонная водонапорная башня с опорой из сборных элементов

Наиболее распространенными типами фундаментов водонапорных башен являются фундаменты в виде сплошных круглых и кольцевых плит с повышенной частью (рис. 17, а...д) или без нее (рис. 17, е). Фундамент жестко соединяется непосредственно с опорой башни; его повышенная часть проектируется чаще всего в виде цилиндрической стенки постоянной или переменной толщины. При большой высоте сооружения и слабых грунтах наружный диаметр фундаментной плиты может значительно превышать диаметр нижнего сечения опоры башни и повышенная часть решается в виде одной (рис. 17, в) или двух (рис. 17, г) конических

оболочек. В опорах смешанной конструкции, имеющих значительные размеры в плане, могут устраиваться отдельные фундаменты под различные части опоры (рис. 17, ж).

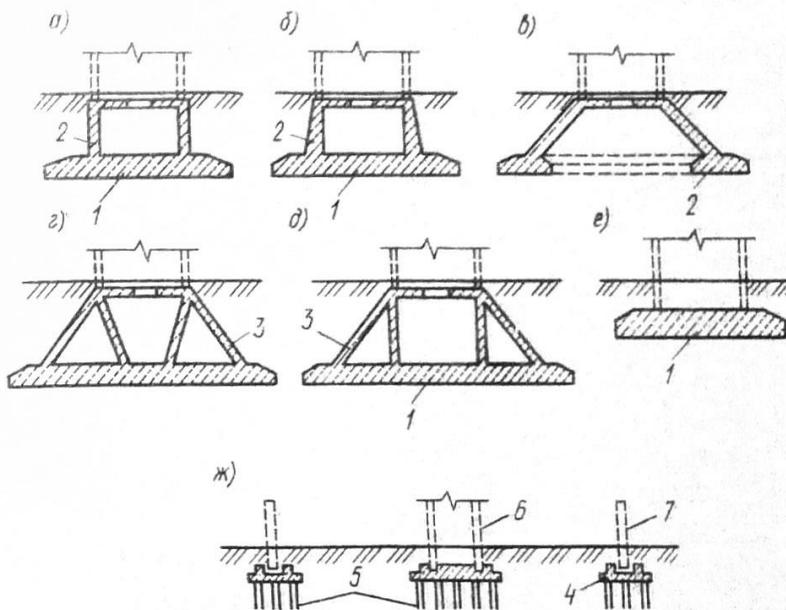


Рис. 17. Разновидности фундаментов водонапорных башен:
 1 – сплошная фундаментная плита; 2 – кольцевая фундаментная плита; 3 – повышенная часть фундамента; 4 – отдельные фундаменты по периметру башни, 5 – сваи; 6 – центральная опора; 7 – стойки по периметру башни

Широкое распространение получили водонапорные башни, выполняемые полностью из монолитного железобетона. Их возводят в скользящей опалубке, иногда с изготовлением резервуара на нулевой отметке и последующим подъемом его в проектное положение. Возможен и способ возведения водонапорных башен, когда подъем резервуара сочетается с одновременным бетонированием в скользящей опалубке опоры (ствола) башни, при этом резервуар выполняется из шести укрупненных сборных элементов и имеет в плане форму шестигранника. Железобетонные стволы таких водонапорных башен часто выполняют предварительно напряженными.

Расчет водонапорной башни. Он складывается из расчета резервуара, расчета опоры и фундамента, расчета элементов

шатра (если он предусмотрен). При этом учитываются следующие нагрузки и воздействия: постоянные вес элементов резервуара, вес утеплителя, воздействие предварительного напряжения; временные – давление жидкости; кратковременные – снеговые и ветровые (последняя учитывается, если нет шатра), а также в необходимых случаях сейсмические воздействия. Необходимо рассматривать основные сочетания нагрузок: все постоянные, давление жидкости и снеговую; все постоянные и ветровую (случай опорожненного резервуара).

Водонапорные башни из кирпича с двумя и тремя железобетонными баками (для питьевой и производственной воды) предназначены для водоснабжения промышленных предприятий. Высота их 36 м, емкость каждого бака от 100 до 300 м³. В сельском хозяйстве распространены кирпичные водонапорные башни небольшой высоты от 8 до 16 м и емкости 25—50 м³.

Деревянные водонапорные башни применяются во временных и небольших сельскохозяйственных водопроводах, когда требуются небольшая высота башни и емкость бака. Опора такой водонапорной башни представляет собой решетчатую конструкцию из пиломатериала или круглого леса. Баки деревянные из клепок, стянутых стальными обручами, или металлические. Типовые деревянные бесшатровые водонапорные башни с металлическим баком, предназначенные для небольших питьевых водопроводов, имеют высоту от 8 до 16 м. При устройстве деревянных водонапорных башен трубы, идущие к баку, предохраняют от замерзания, помещая их в вертикальной деревянной шахте, заполняемой теплоизоляционным материалом (опилками, шлаком и т. п.). В целях увеличения срока службы и защиты от пожара деревянные детали водонапорной башни пропитывают антисептическими растворами и покрывают огнестойкими красками.

Архитектурный облик водонапорных башен. Являясь вертикальной доминантой, значимым элементом функционально-планировочной структуры окружающей застройки, водонапорные башни способствуют ориентированию в пространстве, концентрируют на себе внимание, а также формируют видовой кадр. Отсюда и стремление при проектировании придать водонапорным башням своеобразный и запоминающийся архитектурно-художественный облик.

Используют эти сооружения не только по прямому назначению, но и в качестве архитектурного элемента городского пейзажа, размещая в них новые социальные функции. Так, башни системы Рожновского можно увидеть во многих странах, причем

Архитектура

всевозможных цветов, форм, размеров, художественных оформлений и проектов.

Многие из водонапорных башен, построенные в 19 и 20 веках, хотя и утратили свое значение, сохранились до наших дней и являются памятниками инженерно-технической и промышленной архитектуры регионального значения. Они имели живописный романтический облик, напоминая скорее средневековую крепостную архитектуру, нежели утилитарные сооружения.

Состояние объектов промышленной архитектуры таково, что многие из них нуждаются в реконструкции, причём, в первую очередь, в реконструкции с целью повышения уровня архитектурно-художественных качеств, но с другим назначением. После проведенной реконструкции в них размещают обзорные площадки, музеи, учебные лаборатории, кафе и рестораны, некоторые башни были превращены в здания жилого назначения. Некоторые характерные примеры водонапорных башен приведены в приложении.

5. ТРУБЫ И КОЛОДЦЫ

В настоящее время для устройства внешней водопроводной сети применяют следующие виды труб: стальные, чугунные, асбестоцементные, железобетонные (виброгидропрессованные и центрифугированные), трубы из различных полимеров (полиэтиленовые, поливинилхлоридные, полипропиленовые), деревянные, стеклянные и др. При конструировании канализационной самотечной сети чаще применяют трубы керамические, железобетонные, бетонные, армоцементные и асбестоцементные, пластмассовые. Железобетонные трубы более долговечны по сравнению с металлическими и в то же время имеют меньшую массу по сравнению с бетонными. Каналы больших сечений делают из кирпича или железобетонных и керамических блоков. Для напорных трубопроводов рекомендуется, как правило, применять неметаллические трубы (напорные пластмассовые, асбестоцементные и железобетонные). Стальные трубы применяют для участков с расчетным внутренним давлением более 1,5 МПа, для переходов под железными и автодорогами и т. п.

Безнапорные железобетонные трубы. Их выполняют из бетона класса В15 и выше. Трубы малых диаметров обычно (если нет внешней нагрузки) имеют только одиночную арматуру, размещаемую в середине толщины стенок трубы (рабочая арматура в кольцевом и монтажная в продольном направлении, рис. 21, а). Если же имеется внешняя вертикальная нагрузка, то коль-

цевую арматуру в соответствии с эпюрой изгибающих моментов располагают сверху и внизу сечения ближе к внутренней, а с боков – ближе к внешней поверхности стенки или же, что более удобно, применяют двойное армирование (рис. 21, б). Двойное армирование применяют и при диаметрах более 900 мм. Железобетонные трубы небольшой длины бетонируют в виброформах, а длинные изготавливают центрифугированием.

Безнапорные трубы снабжают раструбом ступенчатой или конической формы. В первом случае стык заделывают асбестоцементной смесью или просмоленной пряжей (в канализационных коммуникациях), во втором случае трубы стыкуют с применением резиновых колец; применяют также фальцевые трубы с торкретированием стыка цементным раствором или зачеканкой асбестоцементной смесью (рис. 22). Безнапорные трубы изготавливают с внутренним диаметром 400...2400 мм.

Напорные железобетонные трубы. Трубы должны иметь высокую трещиностойкость, поэтому их изготавливают с предварительным напряжением. Обжатие бетона в продольном направлении в этих трубах создается натяжением продольных стержней, в поперечном – натяжением специальной арматуры в виде колец или спирали (рис. 21, в), изготавливаемой из высокопрочной проволоки диаметром 3...8 мм. Напорные трубы изготавливают методом виброгидропрессования на специализированных заводах. Толщина стенки 55...105 мм, длина 5000 мм, диаметр труб от 500 до 1600 мм. Трубы снабжены раструбом конической формы и стыкуются с помощью уплотнительного резинового кольца. Для соединения труб с фланцевой арматурой или фасонными частями на поворотах трубопроводов применяют типовые стальные вставки. Заделки стыков раструбных труб напорных коллекторов можно производить с помощью раствора насоса.

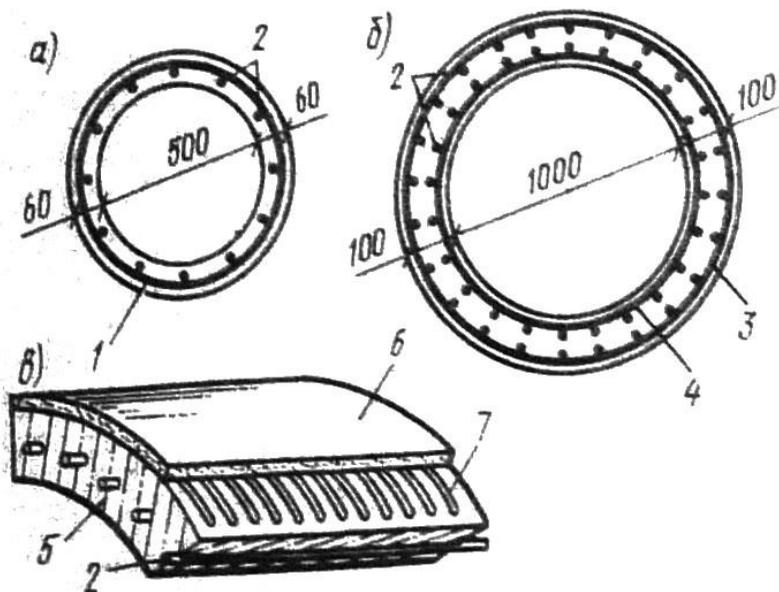


Рис. 21. Армирование железобетонных труб:
 а – при диаметре до 900 мм, б – то же, более 900 мм, в – с
 напрягаемой арматурой; 1 – одиночная спиральная арматура, 2 –
 продольная арматура. 3, 4 – наружная и внутренняя спиральная
 арматура; 5 – железобетонный сердечник; 6 – защитный слой; 7 –
 спиральная напрягаемая арматура

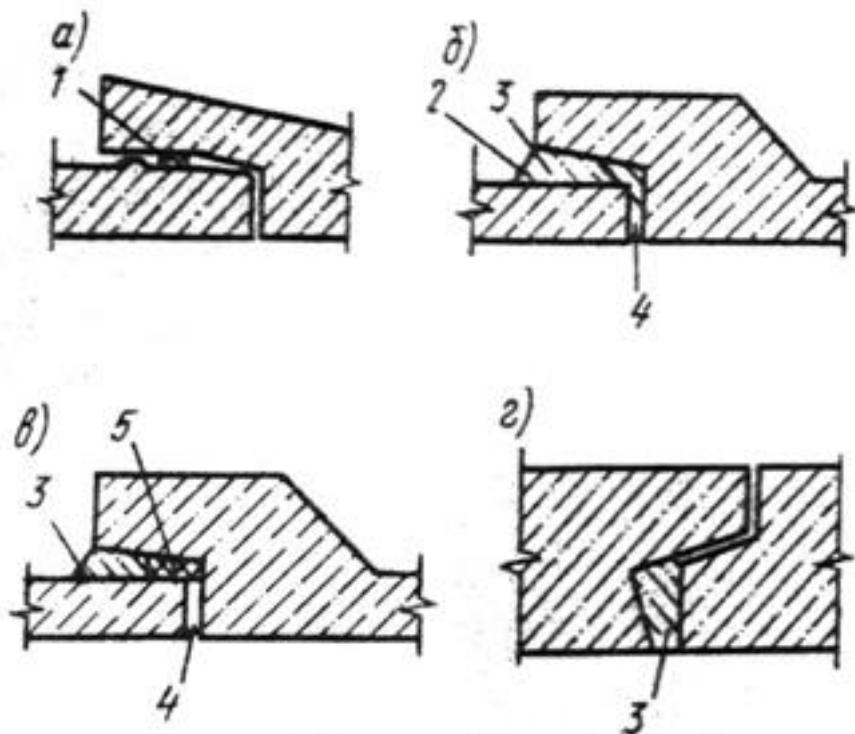


Рис. 22. Стыки безнапорных труб:

а – трубы с конической формой растрюба диаметром до 1600 мм (гибкий стык); б – трубы со ступенчатой формой растрюба для всех диаметров в водосточных трубопроводах; в – то же, в канализационных трубопроводах; г – фальцевые трубы диаметром 1000.. 2400 мм; 1 – резиновое уплотнительное кольцо; 2 – битумная обмазка; 3 – асбестоцементная смесь; 4 – цементный раствор; 5 – зачеканенная просмоленная прядь (или эластичный герметик)

Стык заполняют безусадочным цементно-песчаным раствором с добавлением поризующих компонентов. Для герметизации стыка на период нагнетания раствора используют внутреннюю и наружную (рис. 23) кольцевые пневмоопалубки. В стык через нижний штуцер (патрубок) наружной опалубки подают раствор до выхода смеси через верхний штуцер этой опалубки. Через некоторое время, необходимое для начала схватывания раствора, опалубку снимают и переводят на следующий стык коллектора.

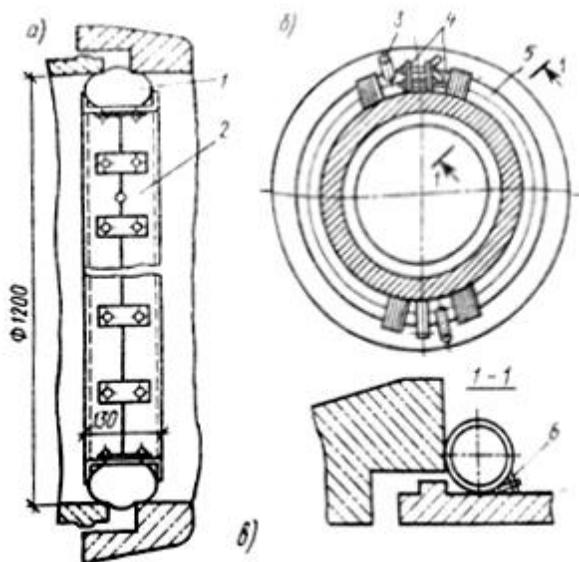


Рис. 23. Внутренняя (а) и наружная (б) пневмопалубка для замоноличивания стыков напорных труб и замоноличенный стык (в);

1 – пневмокамера. 2 – бандаж; 3 – патрубок; 4 – муфта, 5 – камера; 6 – фиксатор

Безнапорные армоцементные трубы. Они имеют толщину стенки 20...30 мм и армируются несколькими ткаными сетками. Армоцементные трубы изготавливают послойным способом – навивкой на сердечник слоя тонкой сетки с последующим нанесением слоя бетона толщиной 3...5 мм или же центрифугированием.

Напорные армоцементные трубы. Такие трубы диаметром 500... 1600 мм, длиной 5000 мм и толщиной стенки 40...90 мм армированы девятью ткаными сетками № 10 – 1 и одной сеткой с ромбовидными ячейками размером 150×180 мм из проволоки диаметром 2 мм. Эти трубы изготавливают методом вибролитья. Подобные трубы выдерживают давление 0,4...0,5 МПа. Стыкование напорных армоцементных труб осуществляется электросваркой стальных оголовков или раструбами.

Рассмотренные выше разновидности труб, рассчитанные на высоту грунтовой засыпки 4 и 6 м, укладывают на плоское естественное основание, причем при диаметре более 600 мм естественное основание должно быть спланировано так, чтобы

угол охвата трубы был не менее 90° ; засыпка до оси трубопровода производится песком с послойным трамбованием. В слабых грунтах трубы укладывают на основание из бетона или железобетона.

Асбестоцементные и пластмассовые трубы. Асбестоцементные безнапорные трубы внутренним диаметром 100...600 мм применяются в безнапорных трубопроводах канализации и оборотных систем водоснабжения; напорные трубы из асбестоцемента диаметром 100...500 мм рассчитаны на внутреннее давление от 0,3 до 1,2 МПа и применяются в водоотводах и водопроводных сетях, и напорных трубопроводах канализации.

Для водопроводных и канализационных сетей используют также пластмассовые трубы. Основным достоинством пластмассовых труб является их высокая коррозионная стойкость. Пластмассовые трубы выполняются напорными, на различное давление (от 0,5 до 1 МПа) и различных диаметров в зависимости от материала. Так, трубы из фторопласта-4 диаметром 50...400 мм применяют в трубопроводах для агрессивных вод, а также в сетях сельскохозяйственных и поселковых водопроводов на давление до 1 МПа и для дренажа фильтров. Для этих же целей целесообразно применять конструкцию, в которой несущая способность обеспечивается железобетонной частью, а водонепроницаемость и химическая стойкость – профилированным полиэтиленовым рукавом, образующим внутреннюю полимерную облицовку трубы. На рис. 24 показаны основные способы соединения подземных трубопроводов.

Расчет труб. Безнапорные трубы рассчитывают на прочность и по ширине раскрытия трещин, напорные трубы на прочность и по образованию трещин, на следующие нагрузки: внутреннее давление жидкости с учетом гидравлического удара, нагрузка от собственного веса (с учетом веса жидкости), давление грунта, временная нагрузка от транспортных средств.

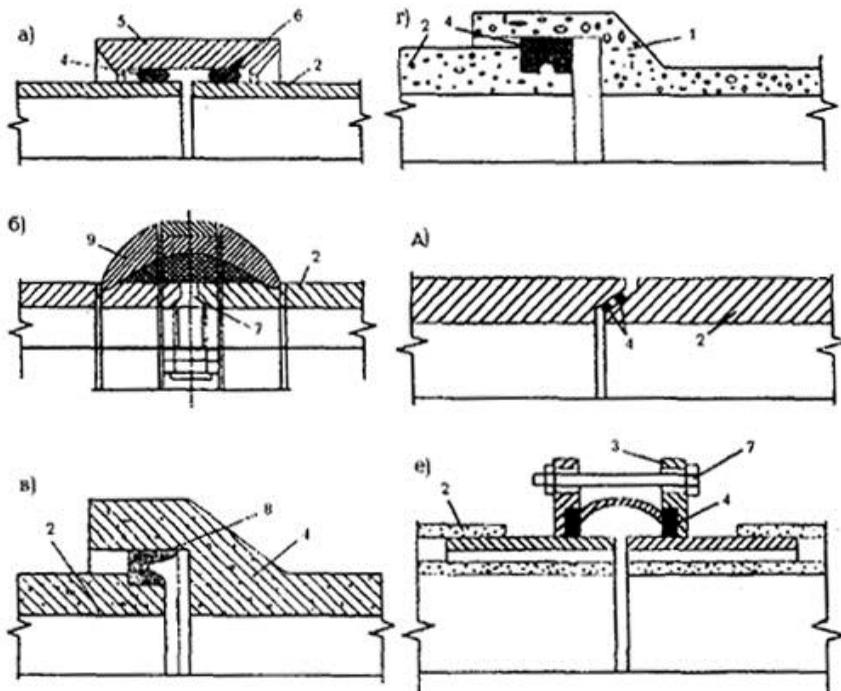


Рис. 24. Способы соединения подземных трубопроводов:
 а, б – асбестоцементных; в, г – железобетонных раструб-
 ных; д, е – железобетонных фальцевых и с подвижными фланца-
 ми; 1 – раструб; 2 – гладкий конец; 3 – подвижный фланец; 4 –
 резиновое кольцо; 5 – муфта; 6 – закладной резиновый замок; 7 –
 чугунная муфта; 8 – желобчатое резиновое кольцо

Колодцы. Водопроводные и канализационные колодцы состоят из стеновых колец, плит днища и перекрытия, опорного кольца или специальной плиты и чугунного люка (рис. 25). Кольца унифицированных колодцев имеют внутренний диаметр 700, 1000, 1500 и 2000 мм. Высота колец кратна 300 мм, причем имеются специальные стеновые кольца с проемами для трубопроводов. Кольца армируют сварным каркасом цилиндрической формы. На опорное кольцо устанавливается стандартный чугунный люк, а также укладывается легкая крышка. При особо тяжелой нагрузке вместо опорного кольца применяют специальную железобетонную плиту, укладываемую на стабилизированное основание.

При расчете конструкций колодцев учитывают: равномерно

Архитектура

распределенную нормативную нагрузку интенсивностью 500 МПа и случайные заезды автомашин весом до 50 кН для колодцев, располагаемых вне дорог, автомобильную нагрузку для колодцев, располагаемых на дорогах, на которых возможно движение тяжелых автомашин; автомобильную нагрузку для колодцев на дорогах, на которых предусматривается движение особо тяжелых автомашин. Плита перекрытия может находиться от поверхности грунта на расстоянии - при временной нагрузке первого вида - до 3 м, при автомобильных нагрузках - до 4 м, но не менее 0,5 м. Несущая способность стеновых колец и плит днища принята по максимальной временной нагрузке при заглублении в грунт до 7 м.

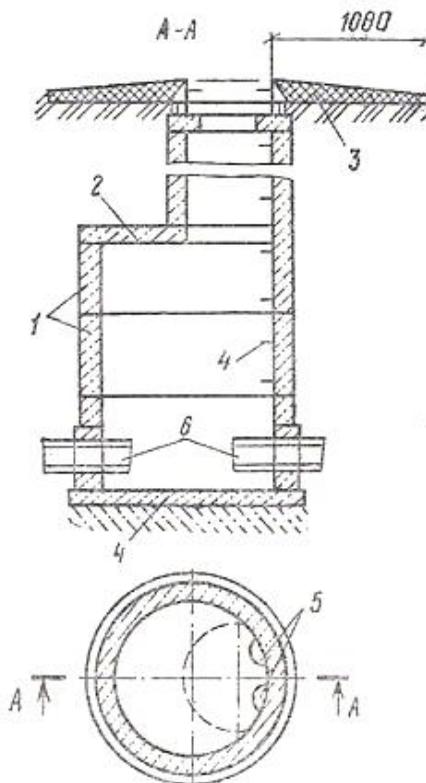


Рис. 25. смотровой колодец систем водоснабжения и канализации:

1 – железобетонные кольца; 2 – плита перекрытия; 3 – от-
мостка; 4 – днище; 5 – скобы; трубы водопроводной сети

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Ю.В. Основы архитектуры и строительные конструкции. М: Высшая школа. 1989 г.
2. СП 43.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий».
3. В. Голосов. Инженерные конструкции. Архитектура-С. 2007 г.
4. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2006 – 704.

ПРИЛОЖЕНИЕ

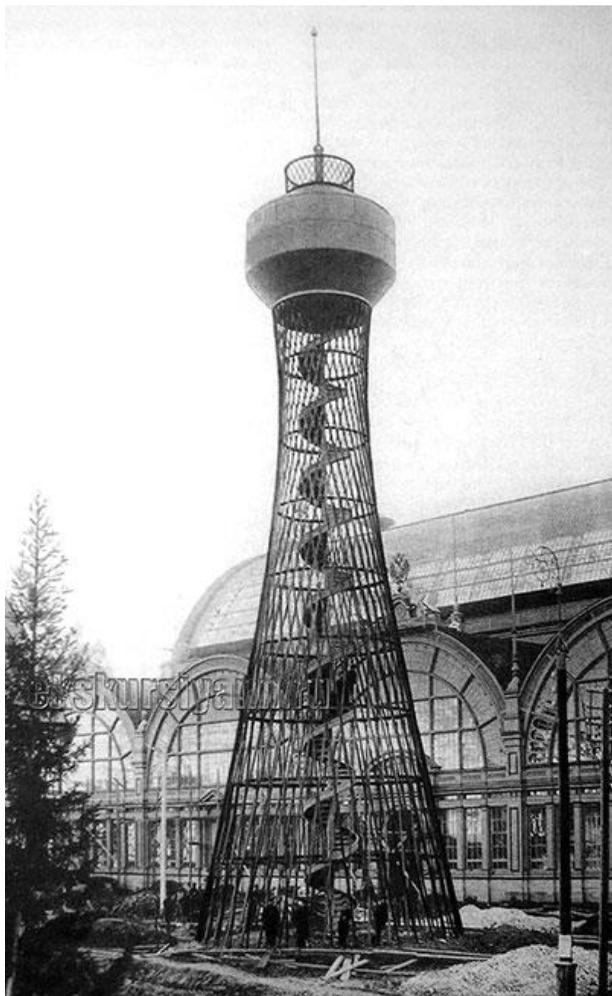


Рис. 26. Деревянная водонапорная башня Вологодской области

Первая деревянная водонапорная башня, донныне сохранившаяся, была выстроена в г. Устюжье в конце 19 века. Выполнена в «русском стиле». Восьмигранное в плане сооружение покрыто многоскатной кровлей. Карнизы и кронштейны укра-

Архитектура

шены резьбой. Промежуточный карниз отмечает уровень резервуара. Устюженская водокачка является ценным памятником деревянного зодчества в городе



*Рис. 27. Шуховская башня в Краснодаре
(Рашпильная башня)*

Водонапорная башня построенная в 1929 – 1932 годах по проекту инженера и учёного В. Г. Шухова. Ажурная металлическая конструкция аналогична Шаболовской башне – самому знаменитому творению В.Г. Шухова. Краснодарская башня имеет в высоту лишь один сегмент. Внутри сетчатого ствола распо-

Архитектура

ложена винтовая стальная лестница для подъёма на верхнюю площадку. Она устроена по спиральным тетивам из листовой стали

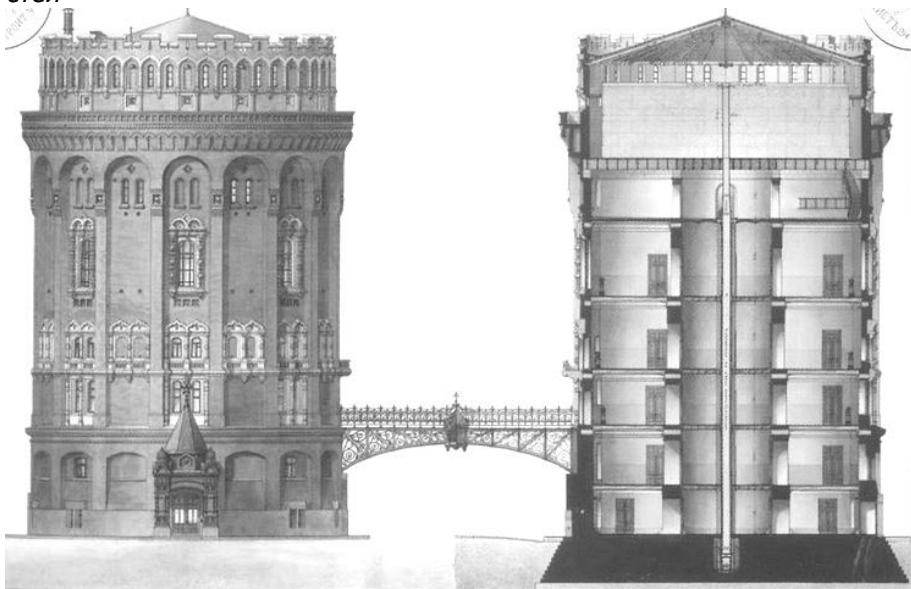


Рис. 28. Водонапорная башня УЗТМ на Уралмаше, Екатеринбург

Железобетонная водонапорная башня построена в 1929 г. по проекту архитектора М. Рейшера. Установленный на башне резервуар был в свое время самым большим в мире. Башня за-

Архитектура

вершалась двумя смотровыми площадками для обзора окрестностей



*Рис. 29. Крестовские водонапорные башни. Москва
Сооружены в 1892 г. на площади Крестовской заставы по проекту арх. М. К. Геппелер. Крестовские водонапорные башни – две круглые в плане кирпичные башни высотой около 40 м и диаметром 20 м, связанные между собой ажурным мостиком. В верхнем ярусе башен размещались резервуары весом в 78,5 т и ёмкостью 1850 м³ каждый. На пяти нижних этажах находились жилые и служебные помещения, контрольная станция водомеров, Музей Воды. В 1940 г. в связи с реконструкцией Ярославского шоссе башни были уничтожены*



Рис. 30. Водонапорная (Пристрельная) башня, Санкт-Петербург

Необычная историческая достопримечательность, построенная архитектором Ф. Ф. Лумбергом, расположена на правом берегу Невы. Построен этот промышленный памятник был в 1898 году. Каменная башня имеет шесть граней, которые сужаются

Архитектура

кверху. Данная архитектурная постройка по своему внешнему виду напоминает одну из башен средневекового замка. Выполнена она из кирпича и имеет полукруглую пристройку лестничной клетки



Рис. 31. Эль-Кувейт

В 1980-х годах в городе Эль-Кувейт построили сложную систему водоснабжения. Башни сделаны из бетона. Ее видимой частью являются три десятка водонапорных башен. Водонапорные башни Эль-Кувейта называют Мухоморами

Архитектура



Рис. 32. В Эль-Кувейте: три Водонапорные башни из железобетона

Главная башня, высотой 187 метров, в двух местах расширяется, образуя две сферы. В нижней сфере находится водохранилище, объемом 3780 м³ воды, а в верхней сфере, на высоте 123 метра, расположен ресторан и смотровая площадка. Вторая башня, высотой 145,8 метров, обладает одной сферой и служит только для поддержания давления в водопроводной системе. В третьей, самой маленькой башне, установлено электрооборудование и 96 прожекторов, которые освещают две другие башни и прилегающую территорию