

ТЕМА 6. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДОТОВЕДЕНИЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ И ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ

6.1. Водоснабжение

Водоснабжением называют совокупность мероприятий по обеспечению водой различных потребителей (населения, промышленных предприятий, транспорта, сельского хозяйства) в необходимых количествах и требуемого качества.

Системой водоснабжения называют комплекс инженерных сооружений и устройств для получения воды из природных источников, ее очистки, хранения запасов, транспортирования (подачи) различным потребителям в необходимом количестве и требуемого качества.

Системы водоснабжения классифицируют по ряду признаков:

– **по роду обслуживаемых объектов:** городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные;

– **по назначению:** хозяйственная (для удовлетворения питьевых и хозяйственно-бытовых нужд населения и предприятий); производственная (для снабжения водой одного или нескольких промышленных предприятий или отдельных цехов; противопожарную, подающую воду для тушения пожара); объединенная (для одновременного удовлетворения различных нужд, нпр., хозяйственно-противопожарная система – для удовлетворения хозяйственных и противопожарных нужд или производственно-противопожарная система для удовлетворения противопожарных и производственных нужд);

– **по способу подачи воды:** напорные (вода из источника к потребителю подается насосами) и самотечные (вода из источника к потребителю подается самотеком).

Состав сооружений и схемы водоснабжения бывают разнообразными и зависят от многих факторов и условий: от вида источников и свойств воды в них, от требований потребителей к качеству воды, от рельефа местности, от рода и количества объектов, снабжаемых водой и др.

На рисунке 6.1 изображена общая схема водоснабжения города, пользующегося речной водой. В этом случае вода поступает в оголовок 1, затем по самотечным трубопроводам 2 транспортируется в водоприемники 3 и насосами первого подъема 4 подается в сооружение 5, 6 для очистки (осветления и дезинфекции).

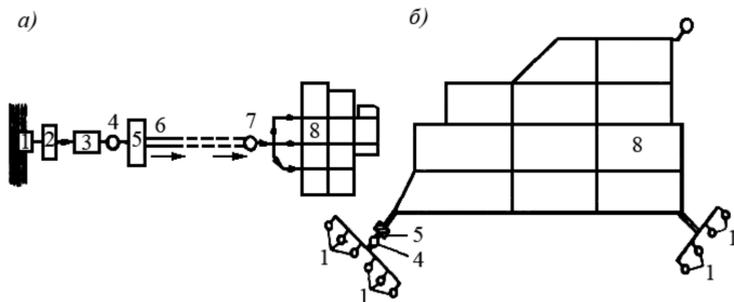


Рис. 6.1. Схема водоснабжения с забором воды из поверхностного источника (а) и с забором воды из подземного источника (б): 1 – сооружения водозаборные; 2 и 5 – сооружения для подъема и перекачки воды; 3 – сооружения очистки воды; 4 – резервуары чистой воды; 6 – водоводы; 7 – водонапорная башня; 8 – водопроводная сеть

Из сооружений очистки вода поступает в резервуары чистой воды 7, откуда насосы второго подъема 8 подают ее по водоводам 9 в водонапорный бак 10 и в сеть магистральных труб 11. По магистральным трубам сети вода транспортируется в различные районы города, далее по сети распределительных труб 12 и по домовым ответвлениям 13 – к отдельным потребителям (зданиям).

Источники водоснабжения могут быть подземные и поверхностные.

Может быть составлена следующая классификация **подземных** вод:

- воды зоны аэрации (воды почвенного слоя и верховодка, питаемые главным образом атмосферными осадками, неустойчивы в отношении дебита и подвержены загрязнению, потому в водоснабжении их обычно не используют);
- безнапорные грунтовые воды (поверхностные воды рек, озер, морей);
- напорные межпластовые (артезианские) воды.

Грунтовые воды могут служить для хозяйственно-питьевого водоснабжения, но обычно обладают ограниченным дебитом и подвержены загрязнению, почему в этом случае требуется особое внимание к организации зоны санитарной охраны. Для получения безнапорных грунтовых вод обычно применяются шахтные колодцы: каменные, бетонные, железобетонные и деревянные, в которые вода поступает через дно и стенки. Для получения воды из неглубоко залегающего (5...7 м) слоя небольшой мощности (2...4 м) строят водосборные галереи из труб – бетонных, каменных или керамических с отверстиями в боковой поверхности, пересекающих грунтовый поток в направлении, перпендикулярном его сечению. Галерея оканчивается колодцами, из которых (или из одного из них) непосредственно

венно засасывается вода. В дне колодцев устраивают фильтр из крупнозернистого материала, насыпанного слоями с постепенным увеличением крупности зерен снизу вверх. Такое устройство называется грунтовым водосбором.

Напорные межпластовые (артезианские) воды имеют напорную поверхность, так как протекают в напорных слоях, ограниченных сверху и снизу водонепроницаемыми слоями, имея отдаленную область питания. Такие межпластовые воды находятся под напором и в большинстве случаев удовлетворяют самым строгим санитарным требованиям. Для получения напорных межпластовых вод применяют трубчатые колодцы, устраиваемые путем бурения скважин.

Трубчатый колодец состоит из фильтра, через который вода поступает в скважину, колонны труб, называемых обсадными, и устья.

К **поверхностным** источникам водоснабжения относят реки, озера, водохранилища на реках, морях.

Всякий источник водоснабжения подвержен загрязнению. Река загрязняется по мере застройки ее берегов, появления пляжей, мест водопоя скота, карьеров для выемки песка и др. Грунтовые воды неглубокого залегания загрязняются через почву. Глубокие подземные воды могут загрязняться через соседние бездействующие скважины, вследствие неисправности канализационных трубопроводов и др.

Охрана источника водоснабжения и бассейна его питания от загрязнений требует организации зон санитарной охраны с определением границ этих зон и режима в пределах их территории, что следует рассматривать как часть общей работы по охране водоема. Основным назначением этого мероприятия является предохранение источника от загрязнения и вместе с тем контроль дебита источника и наблюдение за эксплуатацией водопроводных сооружений.

Зоны санитарной охраны водопровода должны включать зону санитарной охраны источника водоснабжения, в том числе водоподводящего канала, и зоны санитарной охраны площадок водопроводных сооружений и водоводов. Зона санитарной охраны должна состоять: для источников водоснабжения из первого и второго поясов; для водозаборных сооружений и площадок водопроводных сооружений из первого пояса; для водоводов из второго пояса.

На территории первого пояса запрещается: проживание людей, выпуск стоков, купание, водопой и выпас скота, стирка белья, рыбная ловля, применение для растений ядохимикатов, органических и некоторых видов

минеральных удобрений. Здания, находящиеся на территории первого пояса зоны санитарной охраны, должны быть канализованы. Территория первого пояса должна быть спланирована с организацией отвода поверхностного стока за ее пределы. При расположении в непосредственной близости к границам первого пояса существующих жилых, производственных и других зданий должны быть приняты меры по благоустройству их территории и исключение возможности загрязнения территории зоны. Территория первого пояса должна быть ограждена забором и озеленена. Акваторию первого пояса должны ограждать бакенами. Для территории первого пояса зоны санитарной охраны должны предусматриваться постоянная сторожевая охрана или сторожевая (тревожная) сигнализация.

На территории второго пояса зон санитарной охраны следует контролировать отведение территорий для населенных мест, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также их благоустройство. Кроме того, в этой зоне предусматривают организованное водоснабжение, канализование, устройство водонепроницаемых выгребов, отвод загрязненных поверхностных сточных вод и др. Во втором поясе запрещается: загрязнение территорий нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами и др.; размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химические загрязнения источников водоснабжения; размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, земледельческих полей орошения, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий, которые могут вызвать микробные загрязнения источников водоснабжения; применение удобрений и ядохимикатов.

Наружная водопроводная сеть является одной из основных частей почти каждого водопровода. Водопроводные сети состоят из магистральных и распределительных линий.

Магистральные трубопроводы служат для транспортирования транзитных масс воды; распределительные – для транспортирования воды из магистралей к отдельным зданиям, в которых потребители получают воду непосредственно из наружных распределительных линий.

По очертанию в плане водопроводные сети бывают **тупиковые, кольцевые, комбинированные**.

Тупиковая сеть короче кольцевой, наиболее экономична, но не может гарантировать бесперебойной подачи воды, потому что в момент лик-

видации аварии на одном участке магистрали все последующие за ним участки вместе с ответвлениями не будут снабжаться водой. Кольцевая и комбинированная сети более надежны в эксплуатации, так как в случае аварии на одной из линий при ее выключении потребители будут снабжаться водой по другой линии.

Для **аккумуляции** воды в часы минимального водопотребления и подачи ее потребителям во время максимального водоразбора под требуемым напором применяют водонапорные башни, пневматические установки и подземные резервуары, которые устанавливают на диктующих (наивысших) точках рельефа местности проектируемого города или поселка. Общий объем емкостей этих сооружений включает также неприкосновенный противопожарный и аварийный объем воды. Объем аккумулирующих резервуаров принимают в зависимости от их назначения, а также с учетом их местоположения в системе водоснабжения.

К **качеству воды** предъявляют требования в зависимости от ее назначения. Требования к качеству питьевой воды нормированы ГОСТом «Вода питьевая». Главнейшим из требований к питьевой воде является отсутствие в воде болезнетворных микроорганизмов, могущих вызвать заболевания человека: брюшной тиф, паратиф, дизентерию, холеру и др. Недопустимо также присутствие в воде ядовитых соединений (солей тяжелых металлов, мышьяка и т. п.) и избытка солей, вызывающих кишечные расстройства.

Физический анализ воды состоит в определении ее температуры, прозрачности, цветности, привкуса и запаха. Температура питьевой воды желательна от 7 до 12 °С.

Химический анализ воды в основном состоит в определении ее жесткости, активной реакции, окисляемости, наличия азотсодержащих соединений и аммиака.

Бактериологический анализ имеет целью определение общего количества бактерий в воде и выявление среди них видов, вызывающих заболевание человека.

Проблема очистки воды охватывает вопросы физических, химических и биологических ее изменений в процессе обработки с целью сделать ее пригодной для питья, т. е. очистки и улучшения ее природных свойств.

Основными методами очистки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения являются осветление, обесцвечивание и обеззараживание.

Осветление может осуществляться отстаиванием воды в отстойниках, пропуском ее через взвешенный слой осадка в осветлителях и фильт-

рованием через зернистую загрузку в фильтрах. Для улучшения процесса отстаивания применяют коагулирование, т.е. вводят в воду химические реагенты (коагулянты), которые взаимодействуют с мельчайшими коллоидными частицами, находящимися в воде, образуют агрегаты слипшихся частиц в виде хлопьев, быстро выпадающих в осадок.

Обычно после осветления воды в отстойниках или осветлителях ее фильтруют. Для **фильтрования** воду пропускают через слой мелкозернистого фильтрующего материала, задерживающего содержащиеся в ней частицы мелкой взвеси. В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, гравий, дробленый антрацит и другие материалы.

Обеззараживание воды осуществляется с целью уничтожения бактерий, главным образом патогенных. Способами обеззараживания является хлорирование, озонирование и бактерицидное облучение.

В зависимости от свойств воды источника водоснабжения или требований, предъявляемых потребителями к качеству воды, может потребоваться специальная ее обработка – умягчение, обезжелезивание, стабилизация, обессоливание, охлаждение и т.д.

Система водоснабжения промышленного предприятия предназначена для обеспечения его водой для производственных, хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд. Особенностью этой системы является необходимость бесперебойной подачи очень большого расхода воды. Исходя из этого, большие требования предъявляют к выбору источника водоснабжения. Он должен быть мощным (иметь большой запас воды) и качество воды должно быть как можно более хорошим (для избавления от дорогостоящего процесса очистки воды).

Водопроводное хозяйство промышленного предприятия представляет, комплекс сооружений, включающий насосные установки, очистные сооружения, устройства для обработки и охлаждения воды, запасные и регулирующие емкости, сети промышленного водопровода и др.

На рис. 6.2 приведена схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия. Нагретую воду по самотечному трубопроводу 10 подают к насосной станции 2, откуда насосами 7 перекачивают для охлаждения воды (брызгальные бассейны, градирни). Охлажденную воду по самотечному трубопроводу 6 возвращают на насосную станцию 2 и насосами 8 по напорным трубопроводам 9 направляют в цехи предприятия 1. При оборотном водоснабжении часть воды (3 – 5 % общего расхода) теряется. Для восполнения потерь воды в систему подают свежую воду по трубопроводу 5.

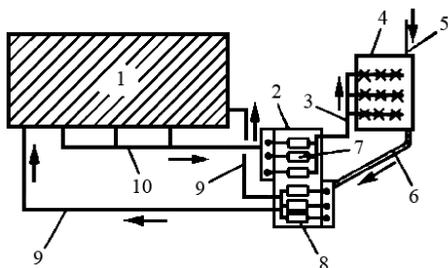


Рис. 6.2. Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия

В ряде случаев подача воды для хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных целей осуществляется единой системой водоснабжения. Однако более часто на промышленных предприятиях приходится устраивать автономно работающие системы производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения. Обычно при этом противопожарные функции выполняют системы хозяйственно-питьевого водопровода.

6.2. Канализация

Под **канализацией** понимается комплекс инженерных сооружений и оборудования, обеспечивающих прием, сбор и отведение сточных вод с территорий населенных пунктов, промышленных предприятий и других объектов, а также их очистку и обезвреживание перед утилизацией или сбросом в водоем.

Сточные воды образуются в результате жизнедеятельности человека (хозяйственно-бытовые сточные воды), на промышленных предприятиях (производственные сточные воды) и собираются с поверхности земли и зданий (атмосферные сточные воды).

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

- а) приемка сточных вод в местах их образования и транспортирования их к очистным сооружениям;
- б) очистка и обеззараживание сточных вод;
- в) утилизация полезных веществ, содержащихся в сточных водах и их осадке;
- г) спуск очищенных вод в водоем.

Канализацию разделяют на внутреннюю (внутри зданий и сооружений) и наружную: внутриквартальную, внутризаводскую, уличную, вне-

площадочную.

Строительство канализационных систем городов и промышленных предприятий имеет огромное значение в охране и научно обоснованном рациональном использовании природных ресурсов страны, так как речь идет о здоровье нынешнего и будущих поколений людей.

В зависимости от требований, предъявляемых к очистке поверхностных сточных вод, состава загрязнений производственных сточных вод, климатических условий, рельефа местности и других факторов в населенных пунктах выбирается одна из следующих систем канализации: **общесплавная, раздельная** (полная или неполная), **полураздельная** или **комбинированная**.

Все эти системы условно называют сплавной системой канализации и подразумевают сбор и транспортировку сточной жидкости по закрытым (обычно, подземным) системам, состоящим из труб и каналов.

Для отдельно стоящих зданий при небольшом расходе сточных вод (до 1 м³/сут) допускается устройство выгребов с периодически действующей вывозной системой.

При организации сплавной канализации сточные воды по трубам транспортируют на очистные сооружения, где они подвергаются соответствующей очистке, после чего сбрасываются в ближайшие водоемы или направляются на доочистку и повторное использование в промышленности.

Сплавная система канализации состоит из следующих основных элементов: внутридомовая (или внутрицеховая) канализация, дворовая (внутриквартальная) сеть, уличная сеть, насосные станции, очистные сооружения.

Наружная (уличная) сеть представляет собой систему подземных трубопроводов, принимающих сточные воды от дворовых (внутризаводских, внутриквартальных) сетей и транспортирующих их к насосным станциям, очистным сооружениям и в водоемы.

Канализационные сети города строят преимущественно самотечными. Если сточную жидкость невозможно самотеком отвести на очистные сооружения, устраивают насосные станции перекачки.

Под **общесплавной системой** канализации (рис. 6.3) понимается такая, при которой все виды сточных вод (хозяйственно-фекальные, производственные и атмосферные) собирают и отводят к очистным сооружениям по единой канализационной сети. Обычно при общесплавной системе на главном коллекторе могут устраиваться ливнеспуски для выпуска в водоем части воды при сильных ливнях. Устройство ливнеспусков позволяет

уменьшить диаметр коллектора и производительность очистных сооружений.

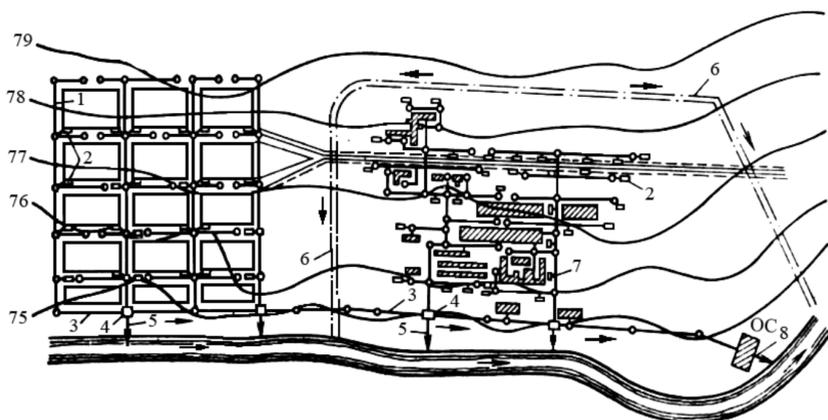


Рис. 6.3. Схема общесплавной системы канализации: 1 – уличная сеть; 2 – дождеприемники; 3 – главный коллектор; 4 – ливнепуск; 5 – ливнеотвод; 6 – нагорная канава; 7 – заводская сеть; 8 – выпуск; ОС – очистные сооружения

При **раздельной** системе (рис.6.4) существует не менее двух сетей. Обычно хозяйственно-фекальные воды отводят по одной системе, а атмосферные – по другой. Что касается производственных сточных вод, то, если они могут быть очищены вместе с хозяйственно-фекальными, их сбрасывают в эту систему, если нет – очищают на локальных очистных сооружениях промышленной канализации до определенного содержания загрязнений, с которыми они могут быть приняты в хозяйственно-фекальную канализацию.

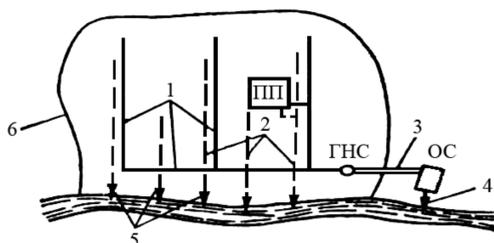


Рис.6.4. Схемы полной раздельной системы канализации

Полураздельная система (рис.6.5) предусматривает поступление первых порций наиболее грязных дождевых вод, а также вод от таяния

снега – на очистные сооружения, а более чистая ливневая вода поступает в ливнепуск. Это достигается установкой в месте пересечения линий специальных колодцев-интерцепторов. С санитарной точки зрения эта система отвода сточных вод наиболее прогрессивная, однако ввиду высокой строительной и эксплуатационной стоимости она пока еще не получила широкого распространения.

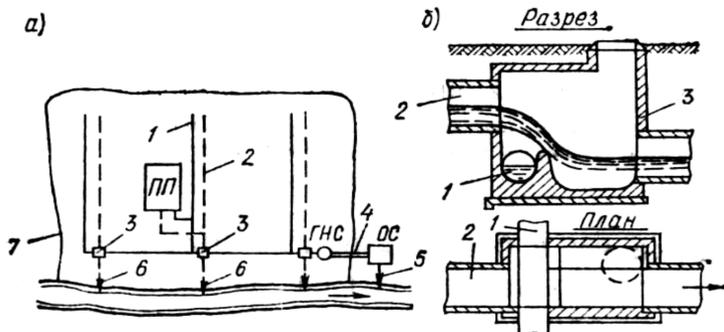


Рис.6.5. Полураздельная система канализации: а – схема системы; б – водобросная камера; 1 – бытовая сеть; 2 – производственно-дождевая сеть; 3 – разделительные камеры; 4 – напорные трубопроводы; 5 – выпуск очищенных сточных вод; 6 – ливнеотводы; 7 – граница города; ГНС – главная насосная станция; ОС – очистные сооружения; ПП – промышленное предприятие

Комбинированная система встречается в тех случаях, когда при расширении городов, имеющих общесплавную систему, строятся новые водосточные коллекторы, а существующие сети общесплавной канализации загружаются только бытовыми и производственными сточными водами. Таким образом, в разных районах города наряду с общесплавной возникают отдельные или неполные отдельные системы канализации. На промышленных предприятиях во внутриплощадочных системах водного хозяйства применяют общесплавные или отдельные системы (в зависимости от степени загрязнения поверхностного стока).

Устройство сети. Для транспортирования сточных вод в безнапорном режиме применяют трубы керамические, бетонные, железобетонные, асбестобетонные и пластмассовые. Диаметр труб – от 150 до 2400 мм. Глубину заложения канализационной сети принимают на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе. При отсутствии данных по эксплуатации минимальную глубину заложения лотка трубы допускается принимать: для труб диаметром до 500мм – на 0,3 м; для труб большего диаметра – на 0,5 м менее максимальной глубины проникания в грунт нулевой

температуры (глубины промерзания грунта) для данного района. Во всех случаях расстояние от поверхности земли до верха трубы должно быть не менее 0,7 м. Трубопроводы, укладываемые на глубину 0,7 м и менее, считая от верха трубы, должны быть предохранены от промерзания и повреждения наземным транспортом.

Наружную канализационную сеть проектируют в основном самотечной, поэтому присоединения и повороты на канализационной сети, изменения уклонов труб, переходы с одного диаметра на другой производят в смотровых колодцах. Радиус кривой поворота лотка в колодце принимается равным диаметру труб.

Вентиляция канализационных сетей производится через вытяжные стояки внутридомовых систем канализации и через неплотности в люках канализационных колодцев.

Для перехода трубопровода через реку, овраг, суходол, канал или какое-либо другое однотипное заглубленное препятствие применяют дюеры.

Прокладку трубопроводов через железные и автомобильные дороги, а также магистральные городские проезды предусматривают в футлярах (кожухах) или в тоннелях.

Дождеприемники предназначены для сбора и отведения поверхностного стока с территорий городов и поселков. Дождеприемник представляет собой канализационный колодец с решеткой из чугуна в верхней части и лотком, переходящим в отводную трубу— в нижней части.

Насосные канализационные станции устраивают при необходимости подать сточную жидкость по напорному трубопроводу в тех случаях, когда не удается ее отвод самотеком.

Канализационную сеть рассчитывают на частичное наполнение труб. Самотечный режим с частичным наполнением позволяет создать некоторый резерв в сечении труб для пропуска расхода, превышающего расчетный, и лучшие условия для транспортирования взвешенных загрязнений; обеспечить надежную вентиляцию сети для удаления выделяющихся вредных и опасных газов.

Степень наполнения труб характеризуется отношением H/D , где D – диаметр трубы, H – высота расчетного слоя воды в трубе.

Под **очисткой сточных вод** подразумевается их обработка различными методами с целью разрушения или извлечения содержащихся в них минеральных и органических веществ до степени, позволяющей сбрасывать эти воды в водоемы и водотоки или повторно использовать их для

производственных и других целей. К очистке воды относится также ее обезвреживание и обеззараживание, удаление вредных для человека, животных или растений веществ и устранение из воды болезнетворных микроорганизмов и вирусов.

Методы и степень очистки сточных вод определяются в зависимости от местных условий с учетом возможного использования очищенных сточных вод для промышленных или сельскохозяйственных нужд. При этом в первую очередь необходимая степень очистки определяется в зависимости от типа и состояния водоема, в который будут сбрасываться очищенные сточные воды.

Для того чтобы правильно определить необходимую степень очистки сточных вод, надо иметь подробные данные об их объеме и составе, а также данные детальных обследований водоема, позволяющие характеризовать местные гидрологические и санитарные условия.

В настоящее время существует механический, биологический и физико-химический методы очистки сточных вод.

В результате **механической** очистки из сточных вод удаляются загрязнения, находящиеся в ней, в основном в нерастворенном и частично коллоидном состоянии. Наиболее распространенными устройствами для механической очистки являются решетки (для улавливания крупных загрязнений), песколовки (для задержания нерастворенных минеральных примесей) и отстойники (для очистки сточных вод от взвешенных веществ). Эти сооружения чаще всего применяют на городских очистных сооружениях. Остальные сооружения (жироловки, нефтеловушки и пр.) применяются в основном при очистке производственных сточных вод, а также некоторых видов сточных вод общественных зданий (предприятий общественного питания, гаражей).

Биологические методы очистки основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют минерализации органических веществ, оставшихся в сточной воде после механической очистки в виде тонких суспензий, коллоидов и в растворе и являющихся для этих микроорганизмов источником питания. Микроорганизмы, для жизнедеятельности которых необходим кислород, называются аэробными, а процесс биохимического окисления с их помощью – аэробным. В результате аэробных биохимических процессов органическая часть загрязнений минерализуется. В итоге полной биологической очистки получается незагнивающая жидкость.

Биологическую очистку ведут либо в условиях, близких к естест-

венным, либо в искусственно созданных условиях. В первом случае естественную биологическую очистку производят на полях орошения, полях фильтрации или в биологических прудах. Во втором случае искусственная биологическая очистка производится на таких сооружениях, как биологические фильтры и аэротенки.

Сточные воды, отводимые с территорий промышленных предприятий, подразделяют на три вида: производственные, бытовые и поверхностный сток.

Производственные сточные воды (получаются в результате производства продукции) по своему составу и количеству весьма различны и специфичны для каждой отрасли промышленности.

Бытовые сточные воды промышленных предприятий поступают от туалетов, умывальников, душев, предприятий общественного питания и здравпунктов, расположенных на территории промышленных предприятий.

Поверхностный сток, образующийся в результате выпадания атмосферных осадков и полива территории, на ряде предприятий может быть сильно загрязнен продуктами производства и тогда возникает необходимость его очистки наравне с производственными сточными водами.

Внутризаводские сооружения канализации представляют собой сложные системы.

В зависимости от типа отдельных производств часто бывает целесообразно очищать сточные воды одного или нескольких цехов и только после этого направлять частично очищенные сточные воды в общезаводскую систему производственной канализации. Общезаводские канализационные сооружения делают в тех случаях, когда по своему составу сточные воды не могут быть приняты в городскую канализацию и не подлежат выпуску в водоем. Вопрос о бытовых водах и необходимости очистки поверхностного стока решается в каждом отдельном случае самостоятельно в зависимости от местных условий.

Для очистки производственных сточных вод применяют в зависимости от состава их загрязнений методы механической, физико-химической, химической и биологической очистки.

В зданиях животноводческих и птицеводческих комплексов предусматривают устройство канализации для отведения: навозных стоков; производственных сточных вод от мытья животных, уборки помещений и доильных площадок, мойки оборудования и посуды, от проточных поилок в птичниках; хозяйственно-бытовых сточных вод от санитарных приборов; атмосферных вод (поверхностный сток).