МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра водоснабжения и водоотведения

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Методические указания к курсовому проектированию
для студентов направления 270800.62 «Строительство»,
профиль «Водоснабжение и водоотведение»

Казань
2014

УДК 628.3
ББК 38.761.2
У69

У69 Канализационные очистные сооружения населенного пункта: Методические указания к курсовому проектированию для студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: Н.С. Урмитова, А.С. Селюгин, А.В. Бусарев. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2014. – 32 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Методические указания содержат рекомендации по расчету и проектированию канализационных очистных сооружений населенного пункта (города, поселка); определение необходимой степени очистки сточных вод; выбор состава и типов очистных сооружений; расчеты сооружений очистной станции; компоновку генерального плана очистной станции; гидравлический расчет коммуникаций и составление продольных профилей по движению воды и осадков; мероприятия по технике безопасности и охране окружающей природной среды.

Методические указания предназначены для студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение».

Рецензент
Доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой профессионального обучения, педагогики и социологии Казанского государственного архитектурно-строительного университета
Р.С. Сафин

УДК 628.3
БКК 38.761.2

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2014

© Урмитова Н.С,. Селюгин А.С., Бусарев А.В., 2014

Содержание

Введение…….....4
1. Исходные данные для проектирования…….....4
2. Объем и состав проекта……...……5
3. Методические указания к выполнению курсового проекта…….....6
3.1. Изучение исходных данных……...……6
3.2. Определение расчетных параметров очистной станции…… ……6
3.3. Определение средних концентраций загрязнений общего стока населенного пункта…….....7
3.4. Определение эквивалентного числа жителей……..7
3.5. Определение коэффициента смешения……7
3.6. Определение необходимой степени очистки сточных вод…… ……7
3.7. Выбор метода очистки, схемы очистной станции и типов сооружений…….. ……8
3.8. Составление принципиальной схемы очистной станции……..... 8
3.9. Расчет сооружений очистной станции……13
3.9.1. Приемная камера……. ……...13
3.9.2. Оборудование для предварительного процеживания……14
3.9.3. Сооружения для отделения песка……..15
3.9.4. Водоизмерительное устройство…….. ……16
3.9.5. Первичные отстойники……16
3.9.6. Сооружения биологической очистки сточных вод……17
3.9.7. Вторичные отстойники……..17
3.9.8. Сооружения для обеззараживания сточных вод……18
3.9.9. Смеситель…….. ……19
3.9.10. Контактные резервуары…….. ……19
3.911. Сооружения для глубокой очистки сточных вод от взвешенных веществ и органических загрязнений…… 19
3.9.12. Сооружения для глубокой очистки сточных вод от биогенных элементов……..... 20
3.9.13. Выпуск сточных вод в водоем……... ……21
3.9.14. Илоуплотнители…….. ……21
3.9.15. Метантенки…….. ……21
3.9.16. Аэробные стабилизаторы……..21
3.9.17. Иловые площадки…….. 22
3.9.18. Сооружения для механического обезвоживания осадков…… 22
3.10. Компоновка генерального плана очистной станции…… ……...23
3.11. Гидравлический расчет коммуникаций по движению сточной воды и осадков, составление продольных профилей…… 25
3.12. Мероприятия по технике безопасности…… …….. 28
3.13. Мероприятия по охране окружающей среды…….. …… 29
Список литературы…… …….. 31

Введение

Данные методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод», предназначены для студентов направления 270800.62 «Строительство» профиль «Водоснабжение и водоотведение» дневной и заочной форм обучения.

Курсовой проект «Канализационные очистные сооружения населенного пункта» являются завершающей частью проекта системы водоотведения населенного пункта (города, поселка). При его выполнении в качестве исходных данных используются материалы курсового проекта «Водоотводящие сети населенного пункта».

В данной работе даны методические указания по расчету и проектированию канализационных очистных сооружений населенного пункта, разработки мероприятий по технике безопасности и охране окружающей среды.

Методические указания составлены с применением Сводов Правил [1], введенных в действие с 01.01.2013 г.

1. Исходные данные для проектирования

Из курсового проекта «Водоотводящие сети населенного пункта» берутся следующие данные:

а) генеральный план площадки очистных сооружений с горизонталями (выкопировка из генерального плана города с участком местности, намеченным для строительства очистных сооружений);

б) численность населения, принятые нормы водоотведения;

в) сведения о расходах сточных вод (таблица притока сточных вод по часам суток; все характерные расходы бытовых сточных вод промышленных предприятий);

г) характеристика промышленных предприятий;

д) сведения о климате (роза ветров) и глубине промерзания.

Дополнительные данные для проектирования приводятся в задании на курсовой проект:

а) категория водоема;

б) минимальный расход воды в водоеме при 95% обеспеченности;

в) средняя скорость течения воды в водоеме;

г) средняя глубина водоема;

д) концентрация взвешенных веществ, растворенного кислорода и органических загрязнений в воде водоема;

е) константы скорости растворения и потребления кислорода;

ж) температура речной воды;

з) физико-химическая характеристика производственных сточных вод;

и) расстояние до расчетного створа по фарватеру и по прямой.

2. Объем и состав проекта

В состав курсового проекта входят пояснительная записка и графическая часть.

В пояснительной записке освещаются следующие этапы проектирования.

1. Исходные данные: численность населения, нормы водоотведения, расходы производственных сточных вод и их физико-химическая характеристика; таблица притока сточных вод на главную насосную станцию по часам суток; природные условия района строительства; характеристика водоема; сведения о территориях пригодных к использованию под поля орошения или поля фильтрации; водопользование ниже выпуска сточных вод; сведения о местных строительных материалах, энергоисточниках, топливе, реагентах.

2. Определение средних загрязнений общего стока и вычисление приведенного числа жителей.

3. Определение коэффициента смешения воды водоема со сточными водами.

4. Определение необходимой степени очистки по основным показателям загрязнений (взвешенным веществам, БПК, снижению концентрации растворенного кислорода в воде водоема), соответственно, требованиям к качеству воды в водоеме.

5. Выбор метода очистки сточных вод и принципиальной схемы очистной станции с описанием проектного решения.

6. Описание и расчет сооружений очистной станции, куда входят: приемная камера, решетки, песколовки, водоизмерительное устройство, первичные и вторичные отстойники, сооружения биологической очистки сточных вод, воздуходувная станция, смеситель, хлораторная, склад хлора, контактные резервуары, выпуск очищенных сточных вод, сооружения для стабилизации осадка (метантенки, аэробные стабилизаторы), илоуплотнители, иловые площадки, сооружения для механического обезвоживания осадка.

Иловые и дренажные насосные станции, котельная, административное здание и т.д. не рассчитываются, но указываются на генеральном плане очистной станции.

7. Гидравлический расчет коммуникаций очистной станции для построения профилей по движению воды и осадка.

8. Мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды.

Расчет основных сооружений очистной станции иллюстрируется их расчетными схемами. Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями [2]. К записке прилагается задание к курсовому проекту, подписанное руководителем.

Графическая часть проекта содержит следующее.

1. Генеральный план очистной станции в масштабе 1:500, выполненный на листе формата А1 с указанием всех основных и вспомогательных сооружений, надземных и подземных коммуникаций, местной канализации и водопровода, дорог, насыпей и выемок, элементов благоустройства, ограждения и т.д. Кроме того, приводятся экспликация сооружений очистной станции и условные обозначения коммуникаций.

2. Продольные профили по движению сточных вод и осадка в масштабе 1: 500 (горизонтальный) и 1:100 (вертикальный), выполненные на листе формата А1.

3. Методические указания к выполнению курсового проекта

3.1. Изучение исходных данных

Проектирование начинается с изучения исходных данных, приведенных в задании. Одновременно собираются дополнительные данные из курсового проекта «Водоотводящие сети населенного пункта» и литературных источников; изучаются нормативные указания по проектированию [1-5].

3.2. Определение расчетных параметров очистной станции

Сооружения для очистки сточных вод рассчитываются на суммарное количество сточных вод от населения и промышленных предприятий, подлежащих очистке.

Определяются: а) расходы сточных вод от населения: среднесуточный, среднесекундный, максимально- и минимально часовой; б) расходы промышленных предприятий – среднесуточный и секундный, максимально часовой и секундный в смену наибольшего водоотведения.

3.3. Определение средних концентраций загрязнений общего стока населенного пункта

Определение средних концентраций загрязнений общего стока населенного пункта производится на основании следующих исходных данных: концентрации взвешенных веществ и органических загрязнений производственных сточных вод; рекомендаций [1]; концентраций бытовых сточных вод. Определение средних концентраций производится по методике, приведенной в [3; 5].

3.4. Определение эквивалентного числа жителей

Общую производительность очистных сооружений по поступающим органическим загрязнениям, соответствующим и эквивалентной численности жителей (ЭЧЖ), допускается определять по формуле [1]:

$$N_{peq} = 1000 B_{en5} / 60,$$

где B_{en5} – максимальная средняя нагрузка по БПК$_5$ за 2 недели за трехлетний период наблюдений, кг O_2/чел.;

60 – расчетное количество загрязнений по БПК$_5$ от одного жителя, г O_2/чел. в сутки.

Для вновь проектируемых населенных пунктов эквивалентная численность жителей может определяться равной проектной численности населения, принятой с коэффициентом 1,1, учитывающим предприятия общественного питания и бытового обслуживания [1].

3.5. Определение коэффициента смешения

Для учета расхода воды водоема, участвующей в процессе разбавления стоков, определяется коэффициент смешения. Методика определения коэффициента смешения и кратности разбавления представлена в [3].

3.6. Определение необходимой степени очистки сточных вод

Правилами охраны поверхностных источников от загрязнения сточными водами регламентированы предельно допустимые концентрации загрязнений и предельно допустимое снижение растворенного кислорода в смеси воды водоема и сточных вод [3; 5]. Необходимая степень очистки сточных вод определяется применительно к общесанитарным и

органолептическим показателям вредности: по взвешенным веществам, БПК и растворенному кислороду. По другим показателям (pH, окраске, запаху, солевому составу, температуре и др.) вычисления не производятся. Если в сточных водах присутствуют вещества, концентрация которых нормируется (нефтепродукты, жиры, поверхностно-активные вещества, соли шестивалентного хрома и т.д.), тогда определяется степень очистки по этим веществам.

Расчеты по определению необходимой степени очистки сточных вод производятся по методике, приведенной в [3; 4].

3.7. Выбор метода очистки, схемы очистной станции и типов сооружений

По расчетной величине, необходимой степени очистки сточных вод по рекомендациям [3; 4; 7] выбирается метод очистки.

Состав и типы очистных сооружений выбираются в зависимости от требуемой степени очистки сточных вод, производительности станции; особенностей состава сточных вод, метода использования осадка, возможности применения оборотной системы водоснабжения; от местных условий – наличия земельных участков, климата, вида грунтов, наличия и уровня грунтовых вод, рельефа местности и т.д. (табл. 1). Кроме того, должна быть обеспечена простота эксплуатации сооружений очистной станции. При выборе основных сооружений очистной станции следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в [6; 7; 8].

3.8. Составление принципиальной схемы очистной станции

Принципиальная схема очистной станции составляется в соответствии с необходимой степенью и выбранным методом очистки сточных вод. Схема должна включать в себя основные узлы очистной станции без детальной обвязки сооружений коммуникациями. В схеме указывается направление движения сточных вод, осадков, активного ила. Движение сточных вод на схеме изображается слева направо или сверху вниз; основной поток сточных вод наносится жирной линией. Сооружения показываются без масштаба в виде квадратов, прямоугольников, кругов. Наиболее часто применяемые схемы очистки сточных вод представлены в [3]. Схема очистной станции с аэротенками представлена на рис. 1.

Таблица 1

Рекомендации по выбору первичных отстойников и сооружений биохимической очистки

Показатель	Типы отстойников				
	вертикальные	горизонтальные	радиальные	горизонтальные и радиальные с преаэраторами	биокоагуляторы
Производительность очистных станций, на которых рекомендуется применять сооружения, $м^3$/сут	до 50000	более 15000	более 20000	более 15000	до 50000
Максимально достигаемый эффект осветления, %	до 50	до 60	до 70	до 70	до 70
Максимально допустимая концентрация взвесей на входе в отстойник, при которой обеспечивается вынос не более 150 мг/л взвесей, мг/л	300	375	375	500	500
Снижение БПК в отстойных сооружениях, %	--	--	--	10-15	30
Сооружения биохимической очистки, с которыми предпочтительно применять отстойники	биофильтры высоконагружаемые	аэротенки и биофильтры высоконагружаемые	аэротенки	только аэротенки	аэротенки и биофильтры высоконагружаемые

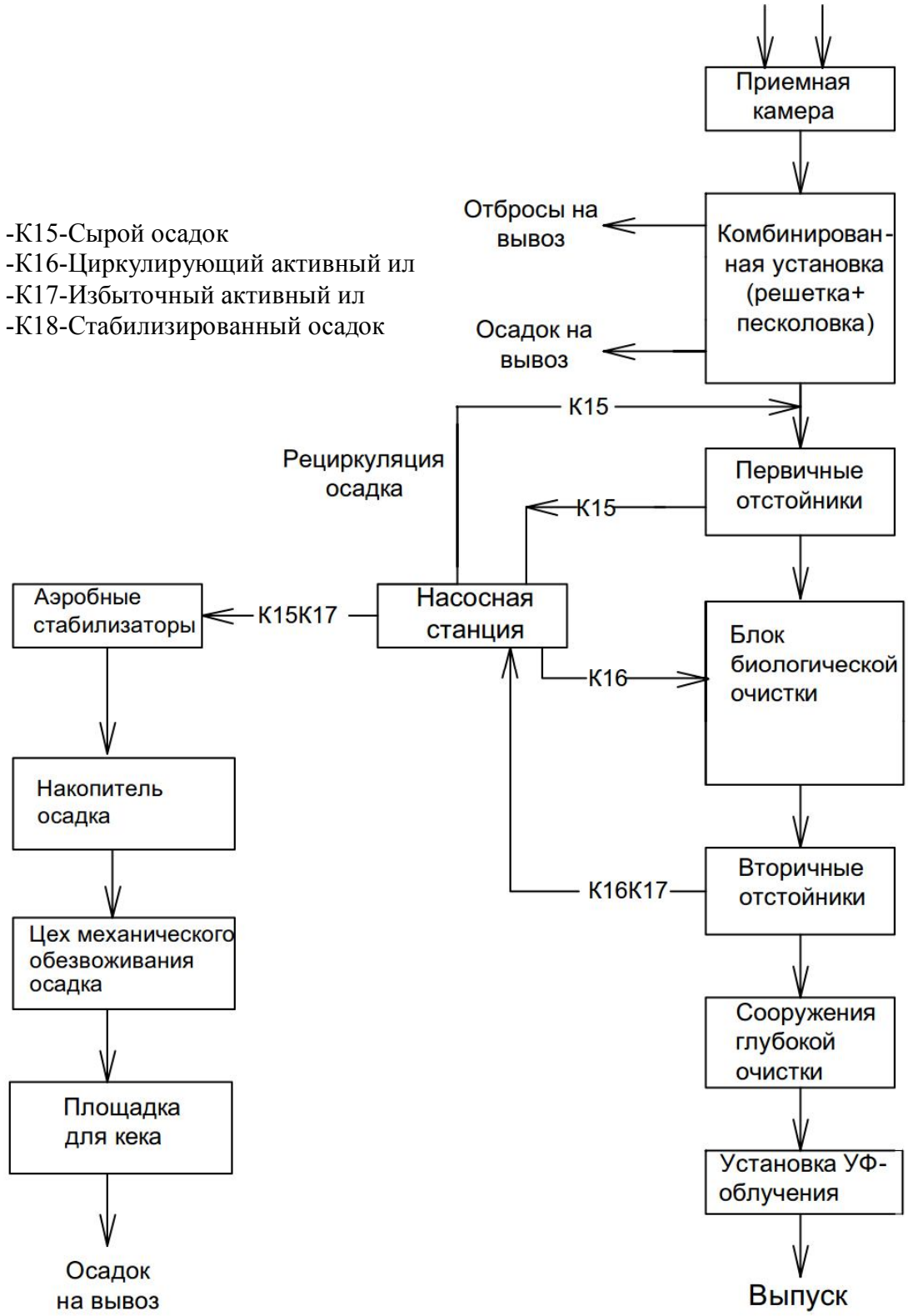

Рис. 1. Схема очистной станции с аэротенками

На рис. 1 приведена схема очистных сооружений в соответствии с современными нормативными требованиями [Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: А.В. Бусарев, А.С. Селюгин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2014. – 42 с.].

Согласно [11] рекомендуется использовать решетки с прозорами не более 10 мм. В зависимости от принимаемой технологической схемы очистных сооружений допускается применение решеток (сит) с меньшим прозорами, процеживателей, измельчителей, двухступенчатых схем процеживания (грубые и тонкие решетки). Если принято решение об использовании барабанных решеток при реконструкции очистных сооружений, то целесообразно механическую очистку сточных вод производить на комбинированных установках (решетки и аэрируемая пескожироловка), совмещающих в себе операции извлечения из сточных вод твердых включений, песка и всплывающих веществ. Песколовки рекомендуются аэрируемые; обезвоживание осадка из песколовок предпочтительнее производить в песковых бункерах как более компактных и экологичных по сравнению с песковыми площадками. Сооружения осветления сточных вод рекомендуется применять на очистных сооружениях производительностью свыше 1000 $м^3$/сут. При обосновании допускается отказ от стадии осветления сточных вод. В этом случае прозоры процеживающих решеток должны быть не более 6 мм, а время пребывания в песколовках – не менее 10 мин.

При реконструкции очистных сооружений с переходом на современные технологии с удалением азота или азота и фосфора изменяется функция первичных отстойников. Технология удаления азота денитрификацией и фосфора в составе избыточного активного ила требует повышенного содержания в сточной воде легкоокисляемых органических веществ (субстрата). Использование этанола или метанола связано с большими экономическими затратами. В тоже время осадок первичных отстойников содержит легкодоступные органические вещества, извлекаемые из них в ходе кислого брожения. Сооружения для кислого брожения загрязнений, называемые ацидофикаторами, могут быть самостоятельными (в виде емкостей с перемешиванием), либо включенными в объем первичных отстойников. В последнем случае организуется постоянная циркуляция осадка, а часть объема отстойника выделяется под сбраживатель (ацидофикатор). При использовании осветления осветленная вода приобретает темноватый оттенок, вследствие образования сульфидов железа. Но высокий эффект осветления в данном случае не требуется. На первый план выходит насыщение субстратом подаваемой на биологическую очистку сточной воды.

При разработке схемы очистной станции следует учитывать, что, согласно [1] при ЭЧЖ более 500 условных жителей, должна осуществляться биологическая очистка от соединений азота. При ЭЧЖ более 5000 условных жителей, должны применяться специальные методы удаления фосфора.

Биологический метод очистки сточных вод от соединений азота основан на процессах нитрификации и денитрификации. Процесс нитрификации представляет собой совокупность реакций биологического окисления аммонийного азота до нитритов и далее до нитратов. В ходе денитрификации происходит окисление органических веществ при восстановлении азота нитратов до свободного азота. В отличие от азота, который может выводиться из системы в газообразном состоянии при денитрификации, фосфор распределяется между илом и очищенной водой. Биологическое удаление фосфора заключается только в выводе его в составе избыточного активного ила. Пребывание в анаэробных, а затем в аэробных условиях, приводит к повышению содержания фосфора в активном иле. При удалении избыточного ила происходит выведение фосфора из системы.

Биологическая очистка сточных вод осуществляется в блоках биологической очистки (биоблоках). Технология удаления азота и фосфора включает три основных элемента в биоблоке: зону анаэробной обработки смеси ила и сточной воды; аноксидную зону для денитрификации и оксидную (аэробную) зону для проведения нитрификации. Каждая зона биоблока может состоять из нескольких отсеков с различным перемешивающим и аэрационным оборудованием.

В качестве сооружений глубокой очистки биологически очищенных сточных вод, рекомендуется использование дисковых микрофильтров «Huber RoDisk®» производства компании «Huber». В конструкции фильтра реализован принцип самотечной безнапорной фильтрации с высокой эффективностью задержания взвешенных веществ. При использовании дискового фильтра в качестве третичной ступени очистки, концентрация взвешенных веществ на выходе не превышает 5 мг/л.

Согласно [1] обеззараживание сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, рекомендуется производить ультрафиолетовым излучением.

В реконструкции сооружений обработки осадка ведущей тенденцией является переход от естественных методов сушки и уплотнения (иловые карты и гравитационные уплотнители) к механическому сгущению и обезвоживанию. Здесь используется весь имеющийся набор современного оборудования, такого как ленточные и барабанные сгустители, шнековые сгустители, уплотняющие и обезвоживающие центрифуги, ленточные и камерные фильтр-прессы и др. Осадки очистных сооружений с нагрузкой свыше 50 тыс. ЭЧЖ должны подвергаться стабилизации. Анаэробное

(метановое) сбраживание рекомендуется для стабилизации осадков на очистных сооружениях с нагрузкой свыше 100 тыс. ЭЧЖ (при обосновании допускается на сооружениях с нагрузкой 50–100 тыс. ЭЧЖ). При меньшей нагрузке по ЭЧЖ применяется аэробная стабилизация осадков. Кроме того, учитывая, что иловая вода из метантенков содержит 300–500 мг/л аммонийных соединений и 50–60 мг/л фосфатов, а сливная вода из аэробных стабилизаторов – 100–120 мг/л нитратов и 40–50 мг/л фосфатов, целесообразно применять метод аэробной стабилизации. При отсутствии резервных иловых площадок осадок необходимо направлять в накопители с временем пребывания не менее двух суток и предусматривать дополнительную единицу резервного оборудования для механического обезвоживания осадка [Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: А.В. Бусарев, А.С. Селюгин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2014. – 42 с.].

3.9. Расчет сооружений очистной станции

Расчет сооружений очистной станции производится по формулам и методикам, приведенным в работах [1; 3; 4] в следующем порядке:

а) рассчитываются сооружения по движению воды: приемная камера, решетки, песколовки, водоизмерительные устройства, первичные отстойники, сооружения биологической очистки, вторичные отстойники, сооружения глубокой очистки биологически очищенных сточных вод, сооружения для обеззараживания очищенных сточных вод, выпуск в водоем;

б) рассчитываются сооружения для обработки осадка: илоуплотнители, метантенки или аэробные стабилизаторы; установки механического обезвоживания осадков, резервные иловые площадки.

3.9.1. Приемная камера

В проекте принимается типовая приемная камера из сборного железобетона. Размеры приемных камер в зависимости от пропускной способности очистной станции приведены в табл. 1 приложения А [6].

3.9.2. Оборудование для предварительного процеживания

Прозоры решеток (размеры отверстий сит) должны быть не более 16 мм. Рекомендуется использовать решетки с прозорами не более 10 мм. Допускается, в зависимости от принимаемой технологической схемы очистных сооружений, применение решеток (сит) с меньшими прозорами, процеживателей, измельчителей, двухступенчатых схем процеживания (грубые и тонкие решетки) и т.п. [1].

В проекте рекомендуется применять решетки тонкой очистки. Расчет решеток рекомендуется производить согласно [4]. При расчете определяются: количество прозоров и ширина решетки по которым согласно [4; 5] и табл. 2 и 3 приложения А [6] подбираются серийно выпускаемые решетки.

Количество отбросов, задерживаемых решетками из городских сточных вод, в зависимости от ширины прозоров может составлять при ширине прозоров от 5 до 80 мм, соответственно, от 25 до 1,5 л/ЭЧЖ в год, при средней плотности отбросов 750 кг/м^3 [1].

Рекомендуется осуществлять отмывку отбросов с решеток технической водой и их прессование. Накопление и перевозку отбросов следует предусматривать в герметически закрывающихся контейнерах. При накоплении отбросов свыше 2 сут необходима их пересыпка обеззараживающим реагентом в контейнере по мере накопления. Накопление отбросов свыше 5 сут. запрещается [1].

Задержанные отбросы следует: вывозить в места обработки (захоронения) твердых бытовых и промышленных отходов; обезвоживать и направлять для совместной термической обработки с осадками сточных вод и/или ТБО; компостировать совместно с осадками сточных вод.

В здании решеток необходимо предусматривать мероприятия, предотвращающие поступление холодного воздуха через подводящие и отводящие каналы.

Пол здания решеток следует располагать выше расчетного уровня сточной воды в каналах не менее, чем на 0,5 м. Потери напора в решетках следует принимать по паспортным данным производителя. До и после каждой решетки (процеживателя, измельчителя) необходимо предусматривать запорные устройства для их отключения [1].

Также определяется количество задерживаемых решетками отбросов и подбирается тип и количество дробилок [5; 9]. Возможно применение комбинированных решеток-дробилок типа РД [5; 9].

3.9.3. Сооружения для отделения песка

Согласно [1] песколовки необходимо предусматривать в составе станции биологической очистки городских сточных вод производительностью более 100 м^3/сут. Число песколовок следует принимать не менее двух, причем все песколовки или отделения должны быть рабочими.

Тип песколовки необходимо принимать с учетом производительности станции очистки, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков, характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т.п. Песколовки следует рассчитывать на гидравлическую крупность удаляемого песка не более 0,15 мм.

В проекте в зависимости от производительности очистной станции могут быть применены горизонтальные песколовки (производительностью секции до 280 тыс.м^3/сут), горизонтальные песколовки с круговым движением воды (до 64 тыс.м^3/сут), аэрируемые песколовки (от 20 тыс.м^3/сут). При небольших расходах возможно применение тангенциальных песколовок или комбинированных установок.

Удаление задержанного песка из песколовок всех типов надлежит предусматривать механическим или гидромеханическим способом. При объеме задерживаемого песка менее 0,05 м^3/сут допускается удаление песка вручную. Объем песковых приямков следует принимать из расчета на накопление не более двухсуточного объема выпадающего песка. Угол наклона стенок приямка к горизонту должен быть не менее 60°.

Согласно [1] для отмывки от органических примесей и обезвоживания, удаляемого из песколовок песка, необходимо предусматривать специальное оборудование (пескопромыватели и т.п.). Для обезвоживания песка (без его отмывки) допускается использовать песковые площадки или бункеры.

Необходимо предусматривать резервирование механического оборудования для обработки песка путем установки одной дополнительной линии, либо устройства резервных песковых площадок.

Дренажную воду из сооружений для обезвоживания песка следует возвращать в поток очищаемых сточных вод перед решетками.

Высоту борта над уровнем воды в аэрируемых песколовках следует принимать не менее 0,5 м, для других типов – 0,3 м.

Методика расчета песколовок различных типов приведена в [3; 4; 5]. Размеры типовых песколовок представлены в [3; 5; 6].

3.9.4. Водоизмерительное устройство

После песколовок устанавливается устройство для измерения расхода сточных вод. Наиболее точным и надежным измерительным устройством для прямоугольных каналов шириной 450-2400 мм являются лотки Вентури. Размеры типовых лотков в зависимости от расхода, приведены в [5; 6]. Возможно также применение лотков Паршаля [6] табл. 4.70].

3.9.5. Первичные отстойники

Для выбора типа первичного отстойника определяется эффект очистки в нем, после чего согласно рекомендациям табл. 1 выбирается тип отстойника. При этом необходимо также учитывать следующее: производительность сооружений, очередность строительства, число эксплуатируемых единиц, конфигурацию и рельеф площадки, технологические условия, уровень грунтовых вод, климат, индустриализацию производства работ, местные строительные материалы, сложность эксплуатации и т.д. Количество рабочих первичных отстойников принимается не менее двух [1].

Наилучшими с точки зрения эффективности очистки считаются горизонтальные отстойники. Они могут применяться и при производительности очистной станции до 15 тыс.м^3/сут., особенно при наличии слабых грунтов, высоком уровне грунтовых вод и пологом рельефе местности.

Радиальные отстойники применяются при производительности очистной станции более 20 тыс.м^3/сут. Вследствие круглой в плане формы они имеют минимальную толщину стенок, что уменьшает их строительную стоимость. Однако они требуют для каждого отстойника передвижной фермы со скребком, работающим под водой и недоступным для постоянного надзора. Они также имеют большую чувствительность к перегрузкам.

Методика расчета первичных отстойников приведена в [4; 6]. Размеры типовых отстойников вертикальных, горизонтальных и радиальных приведены в [5; 6].

Для увеличения эффекта осветления воды до 60-70% применяют преаэраторы в виде отдельных, пристроенных или встроенных сооружений, методика расчета которых приведена в [4], а также биокоагуляторы, совмещенные с отстойниками вертикального типа.

На станциях производительностью до 10 тыс.м^3/сут рациональным является применение двухъярусных отстойников [5], в которых процессы

очистки сточных вод совмещены с процессами сбраживания осадка, отводимого из них непосредственно на иловые площадки.

3.9.6. Сооружения биологической очистки сточных вод

При ЭЧЖ более 500 условных жителей должна осуществляться биологическая очистка от соединений азота. По согласованию с контролирующими органами допускается не удалять азот в периоды, когда сточные воды имеют температуру ниже 12 °С [1].

При ЭЧЖ более 5000 условных жителей должны применяться специальные методы удаления фосфора [1].

При суточном расходе до 20 тыс.м^3/сут и наличии достаточных земельных участков, соответствующих почвенных, климатических и рельефных условий, возможно применение полей фильтрации и полей орошения. Однако, наибольшее распространение получили методы биологической очистки сточных вод в биофильтрах и аэротенках.

При расходе до 50 тыс.м^3/сут. и БПК$_{ПОЛН}$ сточных вод до 300 мг/л и при наличии местных загрузочных материалов может быть рекомендовано применение высоконагружаемых биофильтров с пластмассовой загрузкой, имеющих более низкую энергоемкость по сравнению с аэротенками (не требуется строительство воздуходувной станции).

Аэротенки применяются при любой производительности очистных сооружений. При БПК$_{ПОЛН}$ сточной воды более 150 мг/л устраиваются аэротенки с регенерацией активного ила; при БПК$_{ПОЛН}$ до 300 мг/л применяют аэротенки-вытеснители, при БПК$_{ПОЛН}$ до 1000 мг/л – аэротенки-смесители, при БПК$_{ПОЛН}$ более 1000 мг/л – многоступенчатые схемы. Количество рабочих биофильтров и секций аэротенков принимается не менее двух [8].

Методика расчета биофильтров и аэротенков приведена в [3; 4; 10], размеры аэротенков-вытеснителей и аэротенков-смесителей в [9; 10].

Для аэротенков также производится расчет воздуходувного хозяйства и подбирается необходимое количество и тип турбовоздуходувок [10].

Для биофильтров производится расчет водораспределительной системы [4].

3.9.7. Вторичные отстойники

Тип вторичных отстойников обычно принимается аналогично первичным. Их количество принимается не менее трех [1]. Определяется нагрузка на поверхность вторичных отстойников [10], необходимая площадь отстойников, а затем их количество и размеры.

3.9.8. Сооружения для обеззараживания сточных вод

Обеззараживание сточных вод имеет цель – уничтожение оставшихся в них патогенных бактерий и снижение эпидемиологической опасности при сбросе в поверхностные водоемы. Стоки, опасные в эпидемиологическом отношении, допустимо сбрасывать в водоем только после их очистки и обеззараживания. При этом количество лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) в сточной воде не должно превышать 1000 кл/л [3].

При отстаивании сточных вод в первичных отстойниках общее количество бактерий снижается на 30–40%, а после биологической очистки на биофильтрах или аэротенках на 90–95%. При этом весьма часто в очищенной воде обнаруживаются патогенные бактерии (в 11 из 70 проб) [3].

Применяемые в настоящее время методы обеззараживания воды можно разделить на две группы: химические и физические. К химическим методам относятся окислительные и олигодинамические (воздействие ионами благородных металлов), к физическим – термическая обработка, ультрафиолетовое облучение, воздействие ультразвуком, облучение ускоренными электронами и γ-лучами. В качестве окислителей используют хлор, диоксид хлора, озон, марганцовокислый калий, перекись водорода гипохлорит натрия и кальция [3]. Выбор метода обеззараживания осуществляется на основании данных о расходе и качестве очищенных сточных вод, об условиях поставки и хранения реагентов и условиях энергоснабжения, наличия особых требований. Наиболее широко для обеззараживания применяется окислительный метод гипохлоритом натрия и физический метод – ультрафиолетовое облучение.

Обеззараживание сточных вод гипохлоритом натрия

На очистных станциях, где суточный расход хлора не превышает 50 кг/сут., для хлорирования воды используют хлор или раствор гипохлорита натрия $NaClO$, но предпочтение отдается гипохлориту натрия. Гипохлорит натрия может поставляться на очистные сооружения в виде товарного продукта или производиться на месте в процессе электролиза раствора поваренной соли.

На станции необходимо иметь не менее трех электролизеров, которые устанавливаются в отапливаемом помещении.

Электролизеры бывают проточного и непроточного типов. Электролизеры непроточного типа марки ЭН с графитовыми электродами производительностью по активному хлору от 1 до 100 кг/сут. широко используются и изготавливаются серийно. Технические характеристики таких электролизных установок приведены в табл. 14.3 [3], а методика расчета приведена в [10].

Обеззараживание сточных вод ультрафиолетовым облучением

Наиболее распространенный безреагентный метод обеззараживания сточных вод – использование бактериоцидного ультрафиолетового излучения (УФИ), воздействующего на различные микроорганизмы [3].

При проектировании установок УФ обеззараживания сточных вод доза облучения принимается не менее 30 мДж/см^2 [3].

Положительные санитарно-технологические аспекты применения УФ-излучения для обеззараживания сточных вод, это непродолжительное время контакта, исключение образования токсичных и канцерогенных продуктов, а также отсутствие пролонгированного биоцидного эффекта, оказывающего отрицательное влияние на водоем. Отсутствует необходимость хранения опасных материалов и реагентов. Установки обеззараживания сточных вод ультрафиолетовым излучением легко автоматизируются, быстро запускаются в работу, просты в обслуживании [3].

Характеристика установок УФ-обеззараживания различных типов и методы их подбора представлены в [3; 10; 11].

3.9.9. Смеситель

Смешение хлорной воды со сточной производится в смесителе. При расходах сточных вод 1400–280000 м^3/сут. применяют смесители типа «лоток Паршаля», размеры которых приведены в табл. 4.62 [5]; при расходах 12–1400 м^3/сут. – ершовый смеситель.

3.9.10. Контактные резервуары

Контактные резервуары предназначены для обеспечения расчетной продолжительности контакта очищенных сточных вод с хлором или гипохлоритом натрия. Они проектируются как первичные горизонтальные отстойники количеством не менее двух без скребков на время пребывания сточных вод 30 минут [3].

Методика расчета контактных резервуаров представлена в [10], а размеры типовых контактных резервуаров приведены в табл. 14.4 [3].

3.9.11. Сооружения для глубокой очистки сточных вод от взвешенных веществ и органических загрязнений

Для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод с содержанием взвешенных веществ и БПК$_п$ менее 15мг/л наиболее распространенными методами являются процеживание и фильтрование.

Метод процеживания осуществляется на микрофильтрах и сетчатых барабанных фильтрах. При использовании этих аппаратов в очищенной воде должны отсутствовать вещества, затрудняющие промывку (смолы, жиры, масла, нефтепродукты и пр.)

Концентрация взвешенных веществ в исходной воде не должна превышать 40 мг/л [3].

Выбор типа сооружения глубокой очистки сточных вод от органических загрязнений и взвешенных веществ осуществляется с учетом качества исходных сточных вод, требований к степени их очистки, наличия фильтрующих материалов [3].

Для глубокой очистки методом фильтрования применяются фильтры с зернистой загрузкой следующих конструкций: однослойные с восходящим или нисходящим потоком жидкости, фильтры конструкции С.И. Быкова, аэрируемые двухслойные и каркасно-засыпные (КЗФ) [3].

В последние годы для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод стали широко применяться биореакторы глубокой очистки сточных вод. В этих сооружениях достигается снижение содержания взвешенных веществ и органических загрязнений (по БПК) с 15–50 до 1–5 мг/л [3]. Нормы проектирования сооружений глубокой очистки и методика их расчета представлены в [3; 10].

3.9.12. Сооружения для глубокой очистки сточных вод от биогенных элементов

Соединение азота и фосфора, находящихся в сточных водах, получили название биогенных элементов.

Проблема удаления азото- и фосфор содержащих соединений возникла в связи с ухудшением качества воды рек и водохранилищ, вызванного эвтрофикацией, которая обуславливается наличием избыточного количества питательных элементов (N, P) в поверхностных слоях воды, что вызывает усиленный рост водорослей и макрофитов.

Биологический метод очистки сточных вод от соединений азота основан на процессах нитрификации и денитрификации. Процесс нитрификации представляет собой совокупность реакций биологического окисления аммонийного азота до нитритов, далее до нитратов.

В ходе денитрификации происходит окисление органических веществ при восстановлении азота нитратов до свободного азота. В отличие от азота, который может выводиться из системы в газообразном состоянии при денитрификации, фосфор распределяется между илом и очищенной водой. Биологическое удаление фосфора заключается только в выводе его в составе избыточного активного ила. Пребывание в анаэробных, а затем в аэробных условиях приводит к содержанию фосфора

в активном иле. При удалении избыточного ила происходит выведение фосфора из системы [3; 10].

Основным методом биологического изъятия фосфора является метод с анаэробной обработкой возвратного рециркуляционного активного ила, что позволяет извлекать фосфаты с эффективностью 90% [3]. Технологические схемы по удалению из сточных вод азота и фосфора приведены в [3; 10; 12], а методика расчета представлена в [10].

3.9.13. Выпуск сточных вод в водоем

Наиболее эффективным выпуском в проточные водоемы, обеспечивающим наиболее быстрое смешение сточной воды с водой водоема, является русловой рассеивающий выпуск. Конструкция выпуска и методика его расчета приведены в [3; 10; 13; 14].

3.9.14. Илоуплотнители

Илоуплотнители применяются для повышения концентрации активного ила. Допускается обрабатывать в них иловую смесь из аэротенков, а также производить совместное уплотнение сырого осадка и избыточного активного ила с целью уменьшения нагрузки на последующие сооружения обработки осадка. Возможно применение гравитационных илоуплотнителей вертирального и радиального типов, а также флотационных илоуплотнителей. Число илоуплотнителей принимается не менее двух. Методика расчета и проектирования всех типов илоуплотнителей изложены в [3].

3.9.15. Метантенки

Метантенки применяются для анаэробного сбраживания осадков с целью их стабилизации и получения метансодержащего газа брожения. Принимаются мезофильный (T=33°C или термофильный (T=53°C) режимы сбраживания. Методика расчета метантенков, конструкции и размеры приведены в [3; 4; 9].

3.9.16. Аэробные стабилизаторы

Аэробная стабилизация осадков сточных вод – процесс окисления эндогенных и экзогенных органических субстратов в аэробных условиях.

Аэробной стабилизации может подвергаться неуплотненный и уплотненный избыточный активный ил и его смесь с осадком первичных отстойников [3].

Процесс аэробной стабилизации обычно происходит при температуре от 10 до 42°С и затухает при температуре менее 8°С. Продолжительность процесса стабилизации – 2–5 суток для неуплотненного активного ила; 6–7 суток для смеси неуплотненного активного ила и осадка из первичных отстойников и 8–12 суток для смеси уплотненного ила и осадка [3].

Аэробная стабилизация осадков проводится обычно в сооружениях типа аэротенков глубиной 3–5 м.

Методика расчета аэробных стабилизаторов приведена в [4; 5], а размеры коридорных аэротенков в [4; 5; 9].

3.9.17. Иловые площадки

Иловые площадки предназначены для обезвоживания стабилизированного осадка. В проекте могут быть применены в зависимости от местных условий, иловые площадки на естественном основании с дренажом и без дренажа, на искусственном асфальтобетонном основании, каскадные с отстаиванием и поверхностным удалением воды, площадки-уплотнители [1]. Необходимая площадь иловых площадок определяется по нагрузке на 1 $м^2$ площади площадок (табл. 20 [1]) с учетом климатических коэффициентов.

Площадь иловых площадок проверяется на намораживание. Рекомендации по проектированию иловых площадок приведены в [1; 3].

3.9.18. Сооружения для механического обезвоживания осадков

Для механического обезвоживания осадков рекомендуется использовать центрифуги и ленточные фильтр-прессы. При обосновании допускается использовать камерные фильтр-прессы, шнековые прессы, вакуум-фильтры и другое оборудование. Тип оборудования, число рабочих и резервных аппаратов следует устанавливать по характеристикам и требованиям производителей оборудования [1].

Перед подачей на обезвоживание осадки подвергаются уплотнению, промывке (для сброженного осадка), коагулированию химическими реагентами.

При наличии в составе очистных сооружений цеха механического обезвоживания осадка предусматривается устройство аварийных иловых площадок из расчета приема на них 20–25% объема осадка. Методика расчета установок механического обезвоживания, сушки осадков приведена в [4]. Технические характеристики вакуум-фильтров, фильтр-прессов и центрифуг представлены в [4; 9; 11].

3.10. Компоновка генерального плана очистной станции

Генеральный план очистной станции в зависимости от пропускной способности выполняется в масштабе 1:500, 1:1000. На него наносят все очистные и вспомогательные сооружения, трубопроводы различного назначения, хозяйственно-питьевой и технический водопроводы, электрораспределительные устройства, трансформаторные подстанции, кабельную сеть низкого и высокого напряжения [3].

Компоновка зданий и сооружений на площадке должна обеспечивать [1]:

– рациональное использование территории с учетом перспективного расширения сооружений и возможность строительства по очередям;

– оптимальное блокирование сооружений, зданий различного назначения и минимальную протяженность – внутриплощадочных коммуникаций;

– самотечное, как правило, прохождение основного потока сточных вод через сооружения с учетом всех потерь напора и с использованием уклона местности или планировки территории.

При проектировании сооружений очистки сточных вод следует предусматривать [1]:

– устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными элементами сооружений, а также для отключения сооружений, каналов и трубопроводов на ремонт без нарушения режима работы комплекса, для опорожнения и промывки сооружений и коммуникаций;

– устройства для измерения расходов сточных вод, осадка, воздуха и биогаза;

– максимальное использование вторичных энергоресурсов (биогаза; тепла сжатого воздуха и сточных вод) для нужд станции очистки;

– оборудование для непрерывного контроля качества поступающих и очищенных сточных вод, либо лабораторное оборудование для периодического контроля;

– оптимальную степень автоматизации работы с учетом технико-экономического обоснования, наличия квалифицированного персонала и др.

При проектировании станций очистки сточных вод необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод.

В целях сокращения санитарно-защитной зоны от очистных сооружений рекомендуется предусматривать перекрытие поверхностей подводящих каналов, сооружений механической очистки, сооружений биологической очистки, а также обработки осадка. Вентиляционные

выбросы из-под перекрытых поверхностей, а также из основных производственных помещений зданий механической очистки и обработки осадка следует подвергать очистке [1].

При разработке генерального плана следует руководствоваться следующими рекомендациями [1; 3]. Они следующие:

– компоновка всех сооружений должна обеспечивать возможность строительства и расширения очистной станции по очередям строительства; для расширения станции обычно не застраивают одну из боковых сторон (торцов) сооружений капитальными зданиями, оставляя резервную территорию;

– с целью облегчения обслуживания, сокращения длины трубопроводов и рационального использования территории необходимо стремиться к объединению сооружений в группы;

– при компоновке сооружений необходимо стремиться к их симметричному расположению и сокращению путей движения воды и осадка;

– для обеспечения пропорционального распределения воды между отдельными сооружениями применяют распределительные чаши, камеры и аэрируемые уравнительные каналы;

– размещение сооружений по вертикали диктуется условиями подачи сточных вод, рельефом местности, типом грунтов, уровнем грунтовых вод; основные сооружения должны опираться на естественный грунт, а коническая их часть должна размещаться в естественном грунте;

– разрывы между сооружениями при расположении их на местности с относительно стойким уклоном рекомендуется принимать следующие [6]: между группами одноименных сооружений – 2–3 м, разноименных сооружений – 5–10 м, сооружениями механической очистки и биофильтрами (учитывая насыпь 1:1) – 15–20 м, между сооружениями и иловыми площадками – 25–30 м, между сооружениями (в зависимости от их объема) – 20–50 м;

– при размещении зданий необходимо соблюдать технологические, санитарные и противопожарные разрывы; расстояния между ними должны определяться также из конструктивных и эксплуатационных соображений;

– для правильной работы водоизмерительного лотка участок подводящего лотка на 15 м выше и 15–20 м ниже его установки должен быть прямолинейным и не иметь притоков или ответвлений;

– метантенки должны располагаться на расстоянии не менее 20 м от основных сооружений станции, внутриплощадочных дорог и до высоковольтных линий – не менее 1,5 высоты опоры;

– газгольдеры должны располагаться на расстоянии (при емкости газгольдера менее 1000 м^3) от внутриплощадочных дорог – 15 м; от производственных и подсобных зданий – 20 м; от складов топлива – 35 м;

от жилых и общественных зданий, базисных складов топлива и источников открытого огня – 65 м; разрывы между соседними газгольдерами принимается равным полусумме их диаметров;

– склад хлора должен быть расположен с учетом минимальных разрывов между ним и ближайшими зданиями за территорией очистной станции – 300 м; от административных и бытовых зданий очистной станции с постоянным персоналом – 50 м; от зданий, где обслуживающий персонал бывает периодически – 35 м;

– необходимо устройство трубопровода аварийного сброса сточных вод, который отводит воду от приемной камеры и присоединяется к выпуску очищенной воды в колодце после контактных резервуаров;

– ко всем зданиям и сооружениям должны быть устроены подъездные пути и пешеходные дорожки [1; 4];

– следует предусматривать возможность выключения из работы отдельных элементов и групп сооружений очистной станции путем соответствующих переключений и обводных линий;

– иловые площадки больших размеров следует располагать на уровне поверхности земли; при благоприятном рельефе местности их можно расположить террасами для уменьшения объема земляных работ;

– территория очистной станции должна быть ограждена забором; предусматривается благоустройство, озеленение дорог и свободных территорий; на границах площадки очистной станции устраивают защитную полосу из зеленых насаждений шириной 5–10 м.

На чертеже генплана необходимо поместить таблицу условных обозначений коммуникаций и экспликацию сооружений (приложение 1).

3.11. Гидравлический расчет коммуникаций по движению сточной воды и осадков, составление продольных профилей

Для составления продольных профилей очистных сооружений по движению воды и осадка необходимо произвести гидравлический расчет коммуникаций и сооружений. Предварительно на генплане коммуникации и сооружения разбиваются на расчетные участки; начало и конец участков обозначаются цифрами. За расчетный участок принимается длина канала, трубопровода с постоянным расходом протекающей жидкости или отдельное сооружение. При гидравлическом расчете потеря напора в отдельных сооружениях без учета подводящих коммуникаций ориентировочно можно принять: в решетках – 5–20 см; в измерительных устройствах – 5–10 см; в распределительных чашах – 10–20 см; в песколовках – 10–20 см; в преаэраторах – 15–25 см; в горизонтальных

отстойниках – 20–40 см; в вертикальных отстойниках – 40–50 см; в радиальных отстойниках – 50–60 см; в осветлителях – 60–70 см; в биофильтрах с реактивными оросителями – h+150 см (h – высота загрузки биофильтра, см); в биофильтрах с неподвижными спринклерами – h+250 см; в аэротенках – 25–50 см; в контактных резервуарах – 40–60 см; в смесителях – 10–30 см; в песчаных фильтрах – 250–300 см [3].

Для точного определения отметок уровня воды в различных точках очистной станции необходимо рассчитать потери на местные сопротивления, вычисления которых производятся по [15].

Скорость движения сточных вод в каналах, трубах, лотках должна быть не менее самоочищающей (табл. 2) [5].

Таблица 2

Рекомендуемые скорости движения сточных вод в коммуникациях

Характеристика сточных вод	Скорость воды, м/с
Неочищенные сточные воды	0,8-1,0
Сточные воды после решеток	0,6-0,8
Сточные воды после песколовок	0,4-0,6
Сточные воды после отстойников	0,4-0,5
Сточные воды после биологической очистки	0,4

Коммуникации очистной станции должны рассчитываться на максимальный расход, умноженный на коэффициент 1,4, учитывающий возможное увеличение производительности станции. Все трубопроводы рассчитываются на максимальный расход с коэффициентом 1,4, а открытые каналы (лотки) – без учета этого коэффициента, но с увеличенной на 30–40% высотой бортов. Гидравлические расчеты коммуникаций ведутся в табличной форме (табл. 3, 4).

Таблица 3

Ведомость расчета коммуникаций очистной станции по движению воды

№ участка, название сооружения	Длина участка, L,м	Расчетный расход, q_p, л/с	Размер сечения, bxh, м или диаметр, D, мм	Скорость воды, V,м/с	Уклон, i	Наполнение, h/b	Потери напора по длине, м	Местные потери напора, м	Суммарные потери напора, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 4

Ведомость расчета коммуникаций очистной станции по движению осадка

№ участ-ков	Наиме-нование участка	Длина участка, м	Расчет-ный расход, л/с	Диаметр трубы, мм или сечение лотка, мм	Скоро-сть, м/с	Уклон, i	Потери напора по длине, м	Мест-ные потери напора, м	Сум-мар-ные потери напора, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Расчетное наполнение h/b открытых каналов очистных сооружений принимают от 0,5 до 0,8 в зависимости от коэффициента неравномерности. Превышение бортов каналов над расчетным уровнем воды принимают равным 0,2–0,3 м при ширине каналов до 1 м и 0,3–0,4 м при ширине канала более 1 м [14].

Расставив очистные сооружения на плане местности, замерив расстояния между ними по наружным коммуникациям, составляют профиль по движению воды по самому длинному пути, начиная от подводящего канала и кончая выпуском в водоем. По продольному профилю определяют высоту насыпей и глубину выемок. После этого границы насыпей и выемок наносятся на генеральный план. Подошву насыпей или выемок обычно принимают равной их высоте. По верху насыпи надо предусматривать проходы вокруг сооружений и между ними. Продольный профиль по движению осадка составляется начиная от его выпуска или из первичных отстойников и доводится, в случае устройства иловых площадок, до наиболее удаленной точки подачи ила на иловые площадки. В случае применения механического обезвоживания осадка, продольный профиль заканчивается трубопроводом подачи фильтрата от вакуум-фильтров на уплотнители активного ила и далее, вместе с осветленной водой от уплотнения активного ила фильтрат подается в канал осветленной воды перед аэротенками, биофильтрами.

Сброженный осадок на иловые площадки должен поступать самотеком, для чего метантенки устанавливаются так, чтобы разность отметок уровня осадка в метантенке и в распределительном лотке самой удаленной иловой площадки равнялась всем гидростатическим потерям (путевым и местным плюс свободный напор на излив 1 м).

Продольные профили по движению воды и осадка составляются в следующем порядке: выбранные, наиболее неблагоприятные с точки зрения потерь напора, пути движения воды и осадка разбиваются на расчетные участки, которые обозначаются цифрами. За участок принимают отрезок лотка, канала, трубы или целое сооружение, где не происходит изменения расхода сточной воды. Полученные длины участков

откладываются на чертеже (приложение 2) в горизонтальном масштабе, который принимается одинаковым с масштабом генерального плана очистной станции; в вертикальном направлении в масштабе 1:50 или 1:100 откладываются от условного горизонта отметки земли в начале и в конце каждого участка. По полученным точкам строят профиль поверхности земли. На профиле поверхности земли строят профиль движения воды и осадка на основании данных табл. 3, 4. При этом учитывают, что все сооружения должны возводиться на плотном естественном грунте. Если сооружение находится на насыпном грунте, то предусматривается устройство столбчатых фундаментов, передающих нагрузку от веса сооружения на плотный грунт (приложение 2).

Построение профиля движения воды следует начать от горизонта высоких вод. Если некоторые сооружения (например, аэротенки) большие по площади и устраивать их на столбчатых фундаментах или в глубокой выемке нецелесообразно, то построение профиля следует начинать с установки аэротенков.

На продольных профилях движения сточных вод и осадка наносят сооружения, длины, сечения лотков и трубопроводов между ними, их уклоны; отметки дна и уровня воды в сооружениях, соединительных лотках и трубопроводах; отметки поверхности земли, выемок и насыпей.

3.12. Мероприятия по технике безопасности

При эксплуатации канализационных сооружений особое значение имеют техника безопасности и личная гигиена. Все работающие на очистных сооружениях должны быть обеспечены горячим душем, а производственные здания и помещения – надежной вентиляцией. Механизмы должны быть установлены с соблюдением необходимых проходов и ограждений. Все лестницы должны иметь ограждения и поручни. Открытые резервуары ограждаются со всех сторон, а рабочие мостики должны отделяться от резервуаров перилами. Лотки и каналы перекрываются или ограждаются.

Должно быть предусмотрено основное и аварийное освещение, и освещение переносными лампами, используемыми при ремонте и аварии.

Площадка метантенков и газгольдеры должны быть обнесены изгородью на расстоянии не более 10 м от стен метантенков.

Особое внимание следует уделить вопросам технике безопасности при обеззараживании и обработке воды реагентами. Все объекты энергетического хозяйства должны отвечать соответствующим требованиям технике безопасности.

При использовании газа (метана) из метантенков следует руководствоваться действующими правилами эксплуатации газового хозяйства.

В пояснительной записке студент должен осветить общие мероприятия по технике безопасности при эксплуатации одного из сооружений очистной станции по заданию руководителя.

3.13. Мероприятия по охране окружающей среды

В пределах требований к курсовому проекту студент должен разработать мероприятия по охране окружающей среды в виде отдельного раздела в пояснительной записке объемом не более 5–6 страниц.

В разделе следует дать полную характеристику водоемов по категориям и нормативов качества воды водоемов в зависимости от характера их использования.

Основные меры охраны вод от загрязнений – это полное или частичное устранение образования сточных вод, исключения сброса их в водоемы. Количество сточных вод может быть сокращено путем применения рациональной технологии производства, совершенствования технологических процессов и аппаратов, повторным использованием сточных вод в системах оборотного водоснабжения и в целях сельскохозяйственного орошения.

При выборе места расположения очистной станции необходимо устраивать санитарно-защитные зоны между канализационными очистными сооружениями и границами жилой застройки [16].

Очистные сооружения следует располагать вниз по течению грунтового потока от водозаборных сооружений, питающихся этими водами. Длительная эксплуатация иловых площадок может привести к заражению грунтовых вод, поэтому разрешается использовать для питьевых целей грунтовую воду из шахтных колодцев на территории, примыкающей к площадке очистных сооружений. С точки зрения охраны вод (особенно подземных) более перспективного применения иловых площадок из сборного и монолитного железобетона, а также различных способов механического и термического обезвоживания осадков.

Неотъемлемая и исключительно важная часть благоустройства – это озеленение площадей очистной станции и окружающей ее территории. Озеленение имеет как санитарно-гигиеническое, так и архитектурно-декоративное значение. При строительстве очистных сооружений необходимо сохранять зеленые массивы естественного происхождения и создавать защитные зеленые зоны вокруг и внутри территории очистной станции.

На площадке очистной станции зелеными насаждениями можно изолировать здания и сооружения с вредными видами производства (хлораторные, склады хлора, метантенки и т.д.) или отделить административно-лабораторный корпус. Здания и сооружения, связанные между собой технологией очистки, следует разделить лишь подстригаемыми и цветущими кустарниками, создаваемыми вдоль сооружений или дорожек. Пешеходные дорожки отделяются от транспортных кустарниками или невысокими деревьями. Места отдыха изолируют густой зеленой стеной из деревьев и кустарников. На территории очистной станции зеленые насаждения могут выполняться в виде партерных насадок (перед выходом на станцию) и линейными или аллейными посадками вдоль дорог. Озеленение промежуточных пространств между зданиями, сооружениями и свободных территорий осуществляется групповой или рядовой посадкой деревьев, кустарников в сочетании с газонами и цветниками. Ширина зеленых зон внутри и по периферии очистной станции может составлять от 50 до нескольких сотен метров.

При разработке мероприятий по охране окружающей среды следует отметить вопросы контроля за работой очистных сооружений [3].

Строительство очистных сооружений связано с производством земляных работ, удалением растительного и плодородного слоя на больших площадках, а также с образованием отходов, загрязняющих территории. Поэтому применение прогрессивных методов очистки и повышения индустриализации строительства путем полного изготовления и монтажа очистных установок в заводских условиях, превращения строительной площадки в монтажную, минимальные объемы земляных работ и т.д. – все эти вопросы необходимо учитывать при проектировании очистных сооружений, рассматривая их как важное звено в составе мероприятий по охране природы.

Список литературы

1. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 93 с.

2. Методические указания по оформлению курсовых, дипломных проектов (работ) по водоснабжению и водоотведению для студентов специальностей 270112 (290800), 270109 (290700), и 270102 (20200) / Сост.: А.Б. Адельшин, Ж.С. Нуруллин, Н.А. Муратова, Н.С. Урмитова, А.С. Селюгин, А.В. Бусарев. – Казань, 2009. – 49 с.

3. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебное издание.– М.: Изд-во АСВ, 2009. – 760 с.

4. Примеры расчетов канализационных сооружений / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. – М.: Альянс, 2008. – 256 с.

5. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л.Л. Пааль, Я.Я. Кару. – М.: Высшая школа, 1994. – 336 с.

6. Адельшин А.Б., Селюгин А.С., Бусарев А.В., Урмитова Н.С., Муратова Н.А. Расчет сооружений механической очистки сточных вод населенных пунктов: учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 57 с.

7. Николаенко Е.В. Проектирование очистных сооружений канализации: учебное пособие / Е.В. Николаенко, В.В. Авдин, В.С. Сперанский. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2006. – 41 с.

8. Канализационные очистные сооружения населенного пункта. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 270112.65 «Водоснабжение и водоотведение» / Сост.: А.Б. Адельшин, А.С. Селюгин, А.В. Бусарев. – Казань: КГАСУ, 2011. – 29 с.

9. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

10. Адельшин А.Б., Селюгин А.С., Бусарев А.В., Урмитова Н.С., Хисамеева Л.Р. Расчет сооружений биологической очистки сточных вод населенных пунктов: учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2011. – 93 с.

11. УФ – обеззараживание очищенных сточных вод: Методические указания для курсового и дипломного проектирования / Сост.: А.К. Стрелков, С.Г. Зайцева, М.А. Гриднева, Е.Е. Кондрина. – Самара, 2008. – 41с.

12. Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А., Захарова Ю.С. Расчет очистных сооружений городской канализации: учебное пособие. – СПб.: СПбГАСУ, 2005. – 175 с.

13. Лапшев Н.Н. Расчеты выпусков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1977. – 87 с.

14. Лапшев Н.Н. Выпуски сточных вод. – М.: Стройиздат, 1967. – 214 с.

15. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского: Справ. пособие. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «ИД «БАСТЕТ», 2011. – 384 с.

16. Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Селюгин А.С., Бусарев А.В., Муратова Н.А. Расчет и проектирование производственно-бытовой водоотводящей сети: учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2010. – 70 с.

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Методические указания к курсовому проектированию
для студентов направления 270800.62 «Строительство»,
профиль «Водоснабжение и водоотведение»

Составители: Урмитова Назия Салиховна
Селюгин Александр Сергеевич
Бусарев Андрей Валерьевич