



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

Методические указания
к курсовому проекту
«Очистные сооружения водоотведения города и
промпредприятия»
по дисциплине

**«Водоотведение и очистка
сточных вод»**

Автор
Долженко Л.А.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Водоснабжение и водоотведение».

Авторы



доцент, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Водоснабжение и
водоотведение»
Долженко Л.А.



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
1.1. Тема и исходные данные для проектирования.....	5
1.2. Содержание и объем курсового проекта.....	5
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ И КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД.....	8
2.1. Определение расхода сточных вод от населенного пункта	8
2.2. Определение концентраций загрязнений от жилой застройки	10
2.3. Определение расходов и концентраций сточных вод от промышленного предприятия.....	10
2.4. Определение концентраций загрязнений, поступающих на очистные сооружения	15
2.5. Условия сброса сточных вод в водоём.....	15
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ	18
3.1. Выбор технологической схемы очистки городских сточных вод и обработки осадков.....	18
3.2. Сооружения механической очистки сточных вод	21
3.3. Выбор типа и конфигурации сооружений биологической очистки.....	22
3.4. Выбор сооружений доочистки сточных вод	23
3.5. Обеззараживание сточных вод.....	24
3.6. Выбор технологической схемы обработки осадков	25
3.7. Выпуски сточных вод	27
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ А	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	31
ПРИЛОЖЕНИЕ В	33

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания имеют цель—внедрение в учебный процесс и практику проектирования инновационных технологий очистки сточных вод населенных пунктов и могут служить методическим пособием для практической работы специалистов, занимающихся решением проблем в данной области.

Основными задачами курсового проектирования являются:

- систематизация, закрепление и расширение знаний, полученных студентами при изучении дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод»;
- овладение методами работы со специальной литературой, в том числе нормативной документацией, систематизации и синтеза полученной информации;
- углубленное изучение различных методов водоочистки в российской и мировой промышленности.

Современное проектирование водоохраных объектов основано на технологическом нормировании на основе наилучших доступных технологий, по которому очистные сооружения систем водоотведения должны внедрять технологии, обеспечивающие комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду [1].

Выбранная технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадков должна соответствовать основным нормативным требованиям [2].

При проектировании городских очистных сооружений необходимо решать следующие важнейшие экологические проблемы:

1) в области подпроцессов очистки сточных вод:

- очистка сточных вод от органических загрязнений, соединений азота, соединений фосфора;
- обеззараживание очищенных вод;

2) в области подпроцессов обработки осадка:

- стабилизация осадков;
- сокращение массы осадков;
- обеззараживание, дегельминтизация и утилизация осадков.

При выполнении курсового проекта обязательно использование информационно-технического справочника наилучших доступных технологий по очистке сточных вод централизованных систем водоотведения городов, который включает описание технологических процессов, оборудования, технических способов и методов, определенных в качестве наилучших доступных технологий, федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным Правительством Российской Федерации [3].

1 СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Тема и исходные данные для проектирования

Темой курсового проекта является разработка технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадка города и промышленного предприятия, а также проектирование и расчет отдельных сооружений. Темы курсовых работ выбираются студентами из списка, предлагаемого руководителем. Возможно выполнение курсового проекта на тему, предлагаемую студентом, в порядке продолжения проводившейся ранее выпускной квалификационной работы.

Для выполнения проекта студенту выдаются следующие данные:

А) данные о численности населения, степени благоустройства жилых домов и принятых нормах водоотведения;

Б) вид производства, данные о численности работающих и режиме работы промышленных предприятий, а также количестве производственных сточных вод;

В) характеристика водоема—приемника сточных вод и требования к качеству очищенных сточных вод по всем лимитированным показателям.

1.2. Содержание и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 40-50 страниц и графической части на двух листах формата А-1. Графическая часть должна отражать только результат решения поставленной в проекте задачи.

К курсовому проекту составляется отзыв руководителя.

Пояснительная записка курсового проекта содержит следующие структурные элементы [16]:

- титульный лист;
- бланк задания на курсовое проектирование;
- содержание;
- введение;
- разделы основной части;
- заключение;
- список использованных источников.

Текст пояснительной записки выполняется на одной стороне листа бумаги белого цвета формата А4 (210x297 мм) в стандартной рамке. Основным способом выполнения пояснительной записки является компьютерный набор с распечаткой на принтере. Цвет шрифта – черный, гарнитура Times New Roman, – 14 кегль, через 1 или 1,5 интервала. Абзац -1,25.

Титульный лист является первым листом пояснительной записки. Оформлять его следует без рамки на белой бумаге формата А4. Обозначение документа на титульном листе ОСВ.ХХ 0000.000 КП, где ХХ – две последние цифры зачетной книжки студента. Форма титульного листа на курсовой проект приведена в Приложении А.

Бланк задания является вторым листом пояснительной записки (заполняется с двух сторон одного листа). Выполнять его следует без рамки на белой бумаге формата А4 черными чернилами (пастой) чертежным шрифтом. Номер страницы на задании не проставляется. Формы бланков заданий для курсового проекта приведены в Приложениях Б.

Содержание размещается на заглавном листе, содержащем основную надпись по форме 2 (большой штамп) согласно ГОСТ 2.104. Наименование элемента «СОДЕРЖАНИЕ» оформляется полужирным шрифтом Times New Roman, размером 14 pt, прописными буквами, симметрично основному тексту (по центру), без точки в конце. Элементы «ВВЕДЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ»,

«ЗАКЛЮЧЕНИЕ», включенные в содержание и в последующий текст, оформляются шрифтом Times New Roman, размером 14 pt, прописными буквами и не нумеруются. Для удобства оформления элемента «СОДЕРЖАНИЕ» в текстовом редакторе можно использовать скрытую таблицу или таблицу с границами белого цвета, состоящую из трех граф. Содержание включает все структурные элементы записки с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала. В основной надписи элемента «СОДЕРЖАНИЕ» и последующих листов пояснительной записки обозначение КП имеет буквенный код (W) – ПЗ.

Каждый раздел «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» начинаются с новой страницы.

Введение, объемом в 1-1,5 страницы, должно включать актуальность проблемы, цель и задачи проекта, а также ожидаемую эффективность мероприятий. Достаточно кратко (один-два абзаца) излагаются актуальность и значимость выбранной темы для состояния окружающей среды. Целью выполняемой работы является раскрытие выбранной темы - проектирование и расчет очистных сооружений водоотведения конкретного объекта. Исходя из цели исследования, ставятся соответствующие задачи, которые будут сформулированы в названиях разделов и подразделов проекта. Можно привести краткую характеристику состава сточных вод, описать возможные методы их очистки и обработки осадков.

Примерный состав основной части и нумерация разделов и подразделов пояснительной записки к курсовому проекту приводятся ниже [6].

ВВЕДЕНИЕ

- 1 Определение расчетных расходов и концентраций загрязнений сточных вод
 - 1.1 Определение расходов загрязнений сточных вод от населенного пункта
 - 1.2 Определение концентраций загрязнений от жилой застройки
 - 1.3 Характеристика производства и концентрации загрязнений производственных сточных вод, поступающие в городскую сеть
 - 1.4 Определение расчетных расходов сточных вод от конкретного (по заданию) производства
 - 1.5 График притока сточных вод на очистные сооружения
 - 1.6 Определение концентраций загрязнений, поступающих на очистные сооружения
 - 1.7 Характеристика места сброса очищенных сточных вод
 - 1.8 Определение необходимой степени очистки сточных вод
- 2 Выбор технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадков
- 3 Проектирование и расчет сооружений механической очистки
 - 3.1 Приемная камера
 - 3.2 Подбор решеток. Здание решеток
 - 3.3 Расчет песколовков
 - 3.4 Расчет песковых бункеров
 - 3.5 Расчет первичных отстойников
- 4 Выбор типа и конфигурации сооружений биологической очистки
 - 4.1 Расчет аэротенка-нитрификатора
 - 4.2 Расчет денитрификатора
 - 4.3 Расчет зоны отдувки
 - 4.4 Расчет системы аэрации
 - 4.5 Подбор мешалок
 - 4.6 Расчет вторичных отстойников
 - 4.7 Расчет реагентного хозяйства для удаления фосфатов
- 5 Расчет сооружений доочистки

- 6 Обеззараживание сточных вод
- 7 Выбор технологической схемы обработки осадков
- 7.1 Расчет количества осадка из первичных и вторичных отстойников
- 7.3 Расчет илоуплотнителей
- 7.4 Расчет аэробного минерализатора
- 7.5 Подбор оборудования для кондиционирования и обезвоживания осадков
- 7.6 Расчет аварийных иловых площадок
- 7.7 Утилизация осадков
- 8 Выпуск сточных вод

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Заключение включает обобщение и анализ результатов работы и делаются выводы, являющиеся результатами выполнения поставленных задач. Выводы по курсовому проекту должны быть конкретными, максимально раскрывающими основные результаты, полученные в ходе выполнения курсовой работы.

Студент должен оценить степень экологичности применяемой технологии очистки и оборудования, а также указать на достоинства курсового проекта.

Список использованной литературы включает те источники, которые использовались при написании работы и на которые есть ссылки в тексте.

Графическая часть проекта должна содержать:

- 1) генплан очистных сооружений в стандартных масштабах 1:500, 1:1000 или 1:200;
- 2) по указанию руководителя проекта строятся профили движения сточных вод и осадков в указанном выше горизонтальном масштабе, вертикальный масштаб 1:100 (1:50);
- 3) по указанию руководителя проекта выполняются чертежи общего вида какого-либо очистного сооружения или оборудования в масштабе 1:100 или 1:50.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ И КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

В соответствие с данными по заданию принимаем неполную раздельную систему канализации, состоящую из подземных трубопроводов и каналов, предназначенных для отведения смеси бытовых сточных вод от жилой застройки города, бытовых и душевых вод и загрязненных производственных вод от промышленных предприятий на очистные сооружения [1]. Отведение, очистка и сброс дождевых вод в данном проекте не рассматриваются.

2.1. Определение расхода сточных вод от населенного пункта

При проектировании систем канализации населённых пунктов расчётное удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилых зданий принимаем равным расчётному удельному среднесуточному (за год) водопотреблению согласно СП 31.13330. 2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [1] без учёта расхода воды на полив территорий и зелёных насаждений.

Количество сточных вод от предприятий местной промышленности, обслуживающих население, а также неучтённые расходы допускается принимать дополнительно в размере 5% от суммарного среднесуточного водоотведения населённого пункта [8].

Среднесуточный расход сточных вод от населённого пункта определяют по формуле:

$$Q_{\text{сут.}} = \frac{1,05 * q_B \cdot N}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут} , \quad (1)$$

где q_B – норма водоотведения, (принимается по заданию, л/ чел.*сут);
 N – число жителей (принимается по заданию, чел.).

Среднечасовой расход:

$$q_{\text{ср.час.}} = \frac{Q_{\text{сут.}}}{24}, \text{ м}^3 / \text{ч} . \quad (2)$$

Среднесекундный расход:

$$q_{\text{ср.сек.}} = \frac{Q_{\text{ср.час.}}}{3,6}, \text{ л} / \text{с} . \quad (3)$$

Поступление бытовых сточных вод, на очистные сооружения по часам суток происходит неравномерно. Наибольшее их количество поступает в утренние и вечерние часы, а наименьшее — в ночные. Расчетные максимальные и минимальные расходы сточных вод могут быть определены как произведение среднесуточных (за год) расходов бытовых сточных жилой застройки и производственных сточных вод на общий коэффициент неравномерности, представляющий собой отношение максимального - часового расхода в сутки наибольшего водоотведения к среднему часовому расходу среднесуточного водоотведения.

Общий коэффициент неравномерности принимается в зависимости от среднесекундного расхода города (табл.1) [9].

Таблица 1 — Общие коэффициенты неравномерности водоотведения бытовых сточных вод населенных пунктов

$q_{\text{ср}}$	$K_{\text{общ}}$	$q_{\text{ср}}$	$K_{\text{общ}}$
До 5	3	200	1,4
15	2,5	300	1,35
30	2	500	1,25
50	1,8	800	1,2
100	1,6	1250 и более	1,15

Примечания: При промежуточных значениях среднего расхода сточных вод общий коэффициент

неравномерности притока определяется интерполяцией.

Для городов с численностью населения 1 млн, чел. и более допускается коэффициенты неравномерности принимать по данным эксплуатации аналогичных городов.

Распределение расходов сточных вод населенных пунктов по часам суток принимается на основании графиков водоотведения, а при их отсутствии— по данным эксплуатации аналогичных объектов.

При подаче всех сточных вод на очистные сооружения насосной станцией распределение притока по часам суток определяется по режиму работы насосной станции.

Примерный расход бытовых сточных вод по часам суток в процентах от суточного расхода принимается по [9] и приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Распределение среднесуточного/расхода бытовых сточных вод по часам суток

Часы суток	Расход бытовых сточных вод, % при общем коэффициенте неравномерности $K_{общ}$						
	1,8	1,6	1,4	1,35	1,25	1,2	1,15
0—1	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
1—2	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
2—3	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
3—4	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
4—5	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
5—6	3,3	4,35	4,2	4,8	5,05	4,9	4,8
6—7	5	5,95	5,8	5	5,15	4,9	4,8
7—8	7,2	5,8	5,8	5	5,15	5	4,8
8—9	7,5	6,7	5,85	5,65	5,2	5	4,8
9—10	7,5	6,7	5,85	5,65	5,2	5	4,8
10—11	7,5	6,7	5,85	5,65	5,2	5	4,8
11—12	6,4	4,8	5,05	5,25	5,1	5	4,8
12—13	3,7	3,95	4,2	5	5	4,8	4,7
13—14	3,7	5,55	5,8	5,25	5,1	5	4,8
14—15	4	6,05	5,8	5,65	5,2	5	4,8
15—16	5,7	6,05	5,8	5,65	5,2	5	4,8
16—17	6,3	5,6	5,8	5,65	5,2	5	4,8
17—18	6,3	5,6	5,75	4,85	5,15	5	4,7
18—19	6,3	4,3	5,2	4,85	5,1	5	4,8
19—20	5,25	4,35	4,75	4,85	5,1	5	4,8
20—21	3,4	4,35	4,1	4,85	5,1	5	4,8
21—22	2,2	2,35	2,85	3,45	3,8	4,6	4,8
22—23	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,4	3
23—24	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6

Расчетные часовые расходы сточных вод от жилой застройки заносим в график притока сточных вод на очистные сооружения — таблицу Приложение В1 (графа 3).

2.2. Определение концентраций загрязнений от жилой застройки

Основными загрязнениями для хозяйственно-бытовых сточных вод от жилой застройки являются органические (по БПК) и взвешенные вещества, общий азот и фосфор. Количество загрязняющих воду веществ, поступающее на очистные сооружения от одного жителя, необходимо принимать по табл. 3[1].

Концентрацию загрязняющих веществ по каждому показателю определяем по заданному удельному водоотведению на одного человека q_B (л/сут чел) по формуле:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{q_B}, \text{ мг/л}, \quad (6)$$

где a – удельное количество соответствующих загрязнений, на одного жителя, г/сут (табл. 3[1]).

q_B – норма водоотведения, принимается по заданию.

Таблица 3 — Количество загрязняющих веществ, приходящихся на одного жителя в сутки

Показатель	a , количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут
Взвешенные вещества	65
БПК ₅ неосветленной жидкости	60
Азот общий	13
Азот аммонийных солей	10,5
Фосфор общий	2,5
Фосфор фосфатов P-PO ₄	1,5

Для городских сточных вод допускается использовать следующие коэффициенты пересчета БПК₅ в БПК_п: неосветленная—1,2; биологически очищенная—1,65.

2.3. Определение расходов и концентраций сточных вод от промышленного предприятия

Суммарный среднесуточный расход на производстве складывается из расходов производственных сточных вод от технологических процессов и хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих от туалетов, комнат приготовления пищи, отдыха и от душевых кабин:

$$Q_{пр.} = Q_{ПСВ} + Q_{х-б.} + Q_{душ.}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (7)$$

где $Q_{ПСВ}$ — расход производственных сточных вод, м³/сут;

$Q_{сут.х-б.}$ – расход бытовых сточных вод от предприятия, м³/сут;

$Q_{душ}$ – расход сточных вод от душевых кабин, м³/сут.

Водопотребление и количество сточных вод промышленных предприятий следует определять:

- по имеющимся проектам, с анализом балансовых схем крупных предприятий, возможности повторного использования очищенных сточных вод;
- по предприятиям-аналогам;
- по укрупненным нормам расхода воды и количества сточных вод на единицу продукции или сырья [4].

Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции

приведены примерно для 2000 производств и технологических процессов различных отраслей промышленности с коэффициентами изменения норм по сезонам.

В пояснительной записке по курсовому проекту необходимо дать краткое описание и характеристики производства, требования к качеству потребляемой технологической воды и характеристики сточных вод. Привести характеристики сточных вод, до и после локальной очистки. На основании «Правил приема производственных сточных вод в городскую канализацию» (табл.4) [5], студент принимает решение о приеме производственных сточных вод на очистные сооружения без очистки или с локальной очисткой, описывая примерную схему требующихся сооружений. На основании своего решения принимаются концентрации загрязнений производственных сточных вод из справочных данных по производству из по взвешенным веществам, органическим по БПК, азоту аммонийному и фосфатам.

При реальном проектировании состав производственных сточных вод и график их сброса в городскую канализационную сеть по часам суток проектная организация получает от предприятия (если оно уже существует) или принимает в соответствии с проектной документацией технологической части предприятия (если оно ещё только проектируется или строится).

Таблица 4 — Общие требования к производственным сточным водам, поступающим в городскую водоотводящую сеть

№ п/п	Загрязняющее вещество, показатель	Предельно-допустимая концентрация
1	Взвешенные вещества, мг/л	500
2	БПК _{полн} , мгО/л	500
3	ХПК, мгО/л	800
4	Зольность взвешенных веществ, %	30
5	рН	6,5-8,5
6	Температура, °С	40
7	Порог цветности	1/16
8	Нефтепродукты, мг/л	20
9	Плотный остаток, мг/л	2000
10	Хлориды, мг/л	350
11	Сульфаты, мг/л	500
12	Жиры, мг/л	20
13	Алюминий, мг/л	1
14	Ртуть, мг/л	0,005
15	Свинец, мг/л	0,1
16	Хром 3+, мг/л	1
17	Мышьяк, мг/л	0,05

Расход производственных сточных вод принимается в курсовом проекте по заданию и при отсутствии дополнительных данных о распределении производственных сточных вод по часам суток коэффициент неравномерности поступления, принимается равным 1.

Среднечасовой расход производственных сточных вод определяем по формуле:

$$Q_{\text{час}} = Q_{\text{сут}}/8 \cdot n, \text{ м}^3/\text{час} \quad (8)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточное количество производственных сточных вод на технологиче-

ские нужды, м³/сут., принимается по заданию;

n — количество смен.

Расход производственных сточных вод заносим в таблицу притока (Приложение В1, графа 9).

Для определения расходов хозяйственно – бытовых и душевых сточных вод необходимо самостоятельно разбить общее количество работающих на промышленном предприятии по сменам так, чтобы в первую смену с 8 часов утра до 16 часов число работающих было максимальным. Продолжительность каждой смены 8 часов, количество смен соответствует заданию. Количество работающих в условиях с повышенным тепловыделением (в горячих цехах) и в обычных условиях (в холодных цехах) по каждой смене принимаем самостоятельно с учетом характеристики производства.

Для различных условий труда распределение расходов хозяйственно— бытовых сточных вод от промышленных предприятий по часам суток в процентах по каждой смене принимается по табл.5.

Таблица 5 —Бытовые сточные воды от промышленных предприятий по часам суток в процентах от среднего расхода в смену

Показатели	Часы смен							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Смены: дневная	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
вечерняя	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
ночная	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Бытовые воды от производств с повышенным тепловыделением	12,5	7,5	7,5	7,5	18,80	7,5	7,5	31,2
То же, от остальных производств	12,5	6,20	6,20	6,20	18,80	6,3	6,3	37,5

Средний расход хозяйственно – бытовых сточных вод по каждой смене определяется по формуле

для работающих в условиях с повышенным тепловыделением (в горячих цехах)

$$Q_{сут.х-б} = \frac{45 \cdot N_z}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут} \quad , \quad (9)$$

для работающих в обычных условиях (в холодных цехах)

$$Q_{сут.х-б} = \frac{25 \cdot N_x}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут} \quad , \quad (10)$$

где 45, 25 – нормы водоотведения, соответственно в цехах с повышенным тепловыделением и в холодных цехах, л/чел в смену;

N_z, N_x – количество работающих в цехах соответственно с повышенным тепловыделением и в остальных.

Часовые расходы хозяйственно – бытовых сточных вод по часам каждой смены сводим в график притока сточных вод на очистные сооружения (Приложение В1, графы 4,5,6,7).

Количество сточных вод от душевых установок определяем по каждой смене отдельно. Для этого определяется количество работающих в данную смену, принимающих душ по санитарным условиям технологического процесса (табл. 6).



Таблица 6 — Ориентировочное число рабочих, пользующихся душем

Отрасль промышленности	Число рабочих, пользующихся душем, % от общего числа работающих
Текстильная	10
Машиностроительная	25
Металлургическая, металлообрабатывающая, химическая, целлюлозобумажная	40
Пищевая, кожевенная, строительных материалов	75

Расход воды на одну душевую сетку составляет 500 л/ч при коэффициенте неравномерности равным 1. Количество сточных вод, поступающее в систему водоотведения от душевых сеток, определяется по формуле:

$$Q_{см\ душ} = q_{дс} \cdot m_d \cdot 45 / 1000 \cdot 60, \quad (11)$$

где $q_{дс}$ — норма расхода воды на одну душевую сетку; $q = 500$ л/с;
 45 — время работы душа, мин;
 m — количество душевых сеток, определяемое по формуле

$$m_d = \frac{N_{см} \cdot P}{100 \cdot n} \text{ шт.}, \quad (12)$$

где $N_{см}$ — максимальное количество людей в смену;
 n — количество людей, приходящихся на одну душевую сетку, чел.;
 P — процентное отношение работающих, пользующихся душем к общему числу работающих.

В зависимости от группы производственных процессов (табл. 7) определяем количество работающих душевых сеток по каждой смене, исходя из расчетного количества человек на одну душевую сетку.

Таблица 7 — Количество человек, по отраслям производства, обслуживаемых одной душевой сеткой

Группа производственных процессов	Расчетное количество человек на одну душевую сетку	
	мужчин	женщин
IIIв, IIIг, IIб, IIг, IIIа (мартеновские, прокатные, термические, кузнечные, литейные, огнеупорные, нефтехимические, вязкозные, хлорные, фенольные цеха)	3	3
IIв, IIIд, IIIб, IVб (пищевые, фармацевтические, металлообрабатывающие, хлопчатобумажные, красильные, стекольные, моечные цеха)	5	4
Iв, IIа, IVа (прядаильные, ткацкие, текстильные, сушильные цеха)	7	6
Iв (механосборочные, инструментальные, деревообрабатывающие цеха)	15	12

Результаты расчета заносим в таблицу Приложение В1 (графа 8) в первый час последующей смены в объеме 100% сменного расхода предыдущей смены.

Для определения общего расхода сточных вод, поступающих на очистные сооружения суммируем поступающие расходы по каждому часу. Производительность очистных сооружений составляет сумма почасовых расходов (табл.ПЗ, графа 9). По этой же графе определяем максимальный и минимальный часовые расходы сточных вод притока на очистные сооружения по часам суток.

Максимальный секундный расход:

$$q_{\max.\text{сах.}} = \frac{Q_{\max.\text{час.}}}{3,6}, \text{ л/с}; \quad (4)$$

Минимальный секундный расход:

$$q_{\min.\text{сн.}} = \frac{Q_{\min.\text{чн.}}}{3,6}, \text{ л/с}; \quad (5)$$

2.4. Определение концентраций загрязнений, поступающих на очистные сооружения

Средневзвешенные концентрации загрязнений сточных вод, поступающих на очистные сооружения, определяют по всем видам загрязнений — по взвешенным веществам, органическим загрязнениям (БПК), азоту и фосфору:

$$C = \frac{C_{\text{вз}}^{\text{зоп}} \cdot (Q_{\text{зоп}}^{\text{сут}} + Q_{\text{душ}}^{\text{нн}} + Q_{\text{хб}}^{\text{нн}}) + C_{\text{вз}}^{\text{ПСВ}} \cdot Q_{\text{ПСВ}}}{\Sigma Q}, \text{ мг/л.} \quad (13)$$

Влияние производственных сточных вод на состав общего стока может учитываться через эквивалентное число жителей (ЭЧЖ) - такое число жителей, которое вносит такое же количество загрязнений, что и данный расход производственных сточных вод.

ЭЧЖ по взвешенным веществам $N_{\text{ВЗВ}}$ и по органическим веществам $N_{\text{БПК}}$ определяется по формуле:

$$N = \frac{C_{\text{ПСВ}} \cdot Q_{\text{ПСВ}}}{a}. \quad (14)$$

Сумма расчетного населения и эквивалентного числа жителей называют условным числом жителей.

2.5 Условия сброса сточных вод в водоём

При выборе методов очистки сточных вод следует руководствоваться характеристиками водного объекта как источника хозяйственного водопользования. При выпуске очищенных сточных вод в водоём необходимо учитывать категорию водного объекта и ПДК вредных загрязнений. Показатели качества воды изменяются в зависимости от гидрогеологических условий объекта, его географического положения, а также от наличия промышленных предприятий (они могут сбрасывать сточные воды в водоём).

По своему назначению водные источники делятся на рыбохозяйственные, хозяйственно-бытовые и культурно-бытовые.

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 [18]. Необходимая степень очистки сточных вод определяется применительно к обще-

санитарным и органолептическим показателям вредности: по взвешенным веществам, БПК и растворенному кислороду. По другим показателям (рН, 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.

Условия спуска сточных вод в водоёмы регламентированы «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений» [18]. Этими правилами установлены нормативы качества воды: для водоёмов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; для водоёмов, используемых в рыбохозяйственных целях.

Приведённые в Правилах нормативы качества воды в водоёмах относятся к створам, расположенным на проточных участках на 1 км выше ближайшего пункта водопользования, на непроточных участках и водохранилищах, к створам в 1 км в обе стороны от пункта водопользования. Уточнение категорий водоёмов или их участков производится органами санитарно-эпидемиологической службы и рыбохозяйственных организаций.

Общие требования к составу и свойствам воды в водоёмах и водотоках соответствующих категорий после выпуска в них сточных вод, подвергшихся необходимой очистке, приведены в таблице 8.

Таблица 8 — Перечень ПДК показателей загрязнения в воде водоемов рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Показатель загрязнения	Водоёмы рыбохозяйственного водопользования		Водоёмы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования	
	ПДК, мг/дм ³	Лимит. показ.	ПДК, мг/дм ³	Лимит. показ.
Растворенный кислород	не менее 6,00	общ. треб.	не менее 4,00	общ. треб.
Взвешенные вещества	+ 0,25 к фону	общ. треб.	+ 0,75 к фону	общ. треб.
Хлориды (анион)	300	сан -токс.	350	орг.
Сульфаты (анион)	100	сан -токс.	500	орг.
Минерализация	1000	общ. треб.	1000	общ. треб.
БПК _{полн} (БПК ₅)	3,0 (2,0)	общ. треб.	6,0	общ. треб.
Аммоний солевой (*N-NH ₄ ⁺)	0,5 (0,39*)	токс.	2,0(1,55*)	орг.
Нитрит-ион (*N-NO ₂ ⁻)	0,08 (0,02*)	токс.	3,3 (1,0*)	сан-токс.
Нитрат-ион (*N-NO ₃ ⁻)	40,0(9,1*)	сан-токс.	45,0(10,2*)	сан-токс.
Фосфаты	0,50	сан-токс.	—	
Общий фосфор	0,2	сан-токс		
Железо общее	0,10	токс.	0,30	орг.
СПАВ	0,10	сан-токс.	0,5	орг.
Нефтепродукты	0,05	рыбох.	0,30	орг.
Медь	0,001	токс.	1,0	орг.
Цинк	0,010	токс.	1,0	общ. треб.
Никель	0,010	токс.	0,10	сан-токс.
Алюминий	0,040	токс.	0,50	сан-токс.
Хром 3 вал.	0,070	токс.	0,50	сан-токс.
Хром 6 вал.	0,020	токс.	0,05	сан-токс.
Жиры	0,05			

Расчеты по определению необходимой степени очистки сточных вод производятся по методике, приведенной в [6,7].

Для учета расхода воды водоема, участвующей в процессе разбавления стоков, определяется коэффициент смешения.

Методика определения коэффициента смешения и кратности разбавления представлена в [6].

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, должна отвечать требованиям действующих правил охраны поверхностных вод и прибрежных вод морей, а повторно используемой – санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям потребителя. Для вновь строящихся очистных сооружений нормативы сброса загрязняющих веществ должны устанавливаться на основе технологических показателей применения НДТ с учетом отнесения конкретного водного объекта [2].

Наилучшая доступная технология — технология, основанная на современных достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов [3].

К критериям выбора наилучших доступных технологий при проектировании очистных сооружений водоотведения относятся:

- наименьшие воздействия на окружающую среду в расчете на объем сточных вод или массу загрязнений в единицу времени;
- экономическая эффективность внедрения и эксплуатации;
- наличие ресурсо- и энергосберегающих методов;
- использование малоотходных или безотходных процессов;
- период внедрения технологии.

Выбранная технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадков должна соответствовать основным нормативным требованиям [1].

При выпуске очищенных сточных вод в водные объекты следует руководствоваться требованиями СП 32.13330.2012 [1], «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» (2000) [18], СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов» (2000) [17] и другими законодательными и нормативными документами.

3.1. Выбор технологической схемы очистки городских сточных вод и обработки осадков

На выбор технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадков влияют следующие факторы:

- расход сточных вод и режим их поступления на очистные сооружения;
- состав загрязнений сточных вод с учетом специфики размещенных в населенном пункте промышленных предприятий;
- требования к качеству очистки сточных вод с учетом экологической обстановки;
- рельеф местности;
- возможности утилизации осадков сточных вод;
- целесообразность использования блочно—модульных схем компоновки очистных сооружений для возможной реконструкции/расширения станции.

Для снижения загрязнения окружающей природной среды при проектировании технологические схемы глубокой биологической очистки коммунальных сточных вод следует:

- предусматривать достижение значений предельно—допустимых сбросов по всем загрязняющим веществам;
- уменьшать размеры очистных сооружений, используя наиболее интенсивные технологии и блокирование отдельных сооружений/элементов;
- принимать архитектурно—строительные решения с учетом местных условий

(места расположения, рельефа, распространения запахов и т.д.);

- использовать минимальное количество реагентов при обработке сточных вод и их осадков;
- использовать менее энергозатратные технологии, в том числе для снижения эмиссии диоксида углерода в атмосферу;
- снижать и обеспечивать централизованный сбор образующихся газов с целью их последующего обезвреживания и дезодорации;
- максимально снижать количество образующихся осадков сточных вод, предусматривая их полную утилизацию или захоронение.

При выборе основных сооружений очистной станции следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в [6,7]. Все сточные воды поселений, отводимые в водные объекты, должны подвергаться биологической очистке от органических загрязнений [1].

При очистке сточных вод объектов с периодическим пребыванием с ЭЧЖ до 500 условных жителей по согласованию с контролирующими органами допускается использование физико-химической очистки с последующей доочисткой.

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°C.

При ЭЧЖ более 5000 условных жителей должны применяться специальные методы удаления фосфора

Выбор площадки под очистные сооружения решается в увязке с про планировки и застройки населенного пункта, а также с учетом наивыгоднейшего расположения коммуникаций, связывающих очистные сооружения с населенным пунктом (железные и автомобильные дороги, водоснабжение, газо- и теплоснабжение, электроснабжение).

Очистные сооружения отделяются от границ жилой застройки санитарно-защитными зонами, размеры которых устанавливаются по [8]. Площадка для очистных сооружений должна располагаться с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже города по течению реки. Очистные сооружения следует располагать на территории, незатапливаемой паводковыми водами, с низким уровнем грунтовых вод.

Выпуск целесообразно располагать на вогнутой части берега, место выпуска намечается с учетом наивыгоднейшего решения трассы коллектора от очистных сооружений до реки. Берег реки у места выпуска не должен подвергаться размыву и оползням. Место выпуска и его конструкция согласуются с органами рыбоохраны и государственной санитарной инспекции, а на судоходных реках, кроме того, с бассейновым управлением пути.

Технологическая 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.

Обобщенная технологическая схема очистки городских сточных вод приведена на рисунке 2.1.

Водоотведение и очистка сточных вод

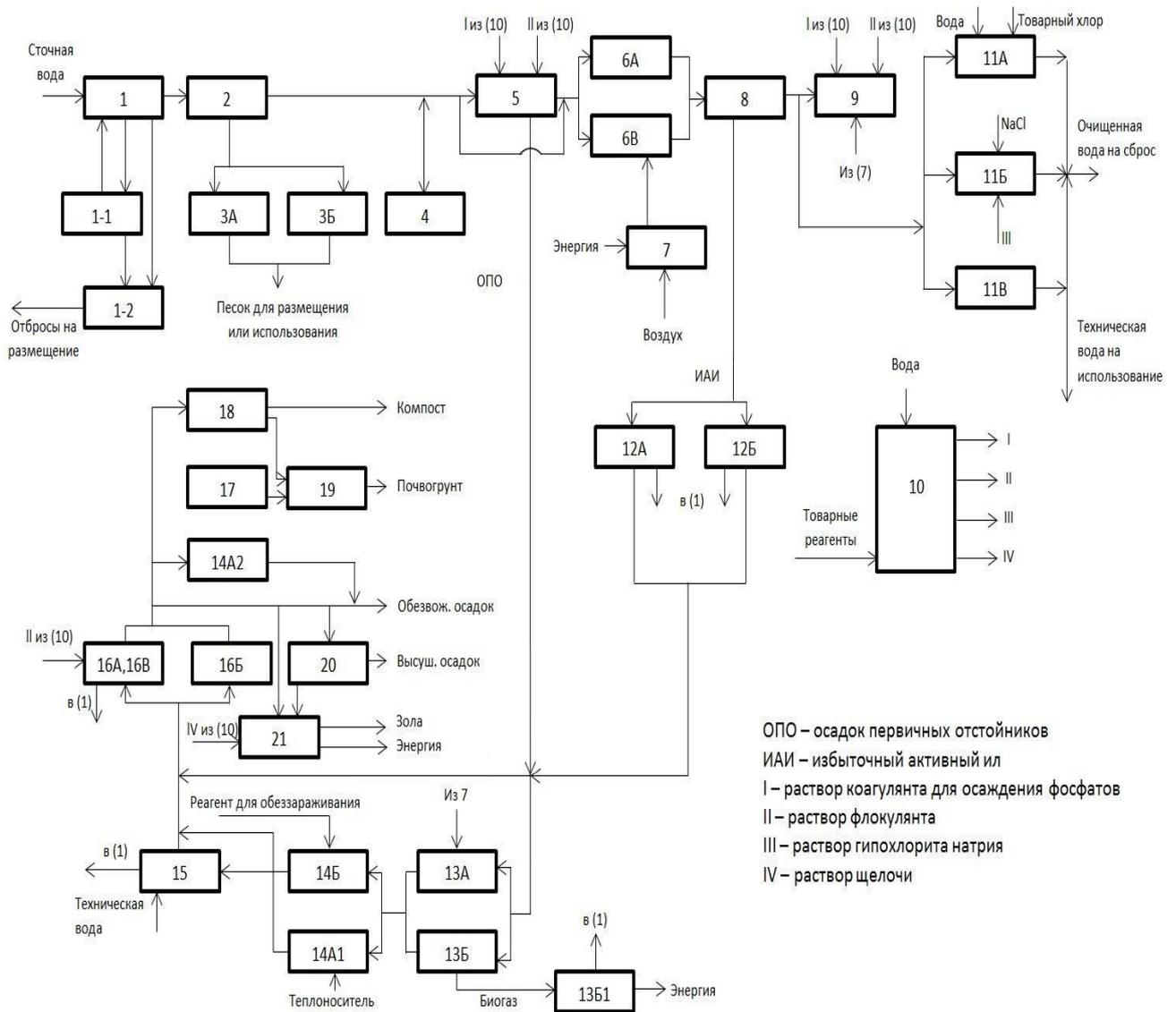


Рисунок 2.1 — Обобщенная технологическая схема очистки городских сточных вод и обработки осадков

Обозначение на схеме:

- 1 —Выделение плавающих грубых примесей (процеживание)
- 1-1—Обработка (отмывка и обезвоживание) грубых примесей, задержанных на решетках (ситах)
- 1-2—Сбор отходов, задержанных на решетках (ситах) в контейнеры
- 2—Удаление оседающих грубых примесей (песка)
- 3—Обработка пескового осадка (пульпы)
- 4—Аккумуляирование (усреднение расхода) сточной воды
- 5—Осаждение взвешенных веществ (осветление, первичное отстаивание)
- 6—Обработка в биореакторах биологической очистки:
 - А — в биофильтрах;
 - Б — в аэротенках
- 7—Подача сжатого воздуха
- 8—Отделение очищенной воды от биомассы, вынесенной из биореактора
- 9—Доочистка
- 10—Приготовление и дозирование растворов реагентов
- 11—Обеззараживание очищенной, либо дочищенной воды:
 - А — хлором;

- Б — гипохлоритом натрия, вариант 1 — использованием товарного гипохлорита натрия, вариант 2 — с получением электролитического гипохлорита натрия;
- В — УФ-облучением
- 12—Концентрирование избыточного активного ила (осадков):
- А. Гравитационное уплотнение;
- Б. Механическое сгущение
- 13—Стабилизация жидких осадков:
- А. Аэробная стабилизация;
- Б. Анаэробная стабилизация (метановое сбраживание)
- 13Б-1—Обработка и утилизация биогаза процесса
- 14—Обеззараживание осадков:
- А. Реагентное;
- Б1. Тепловое обеззараживание жидких осадков,
- Б2. Тепловое обеззараживание обезвоженных осадков
- 15—Уплотнение стабилизированных осадков
- 16—Обезвоживание осадка:
- А. Механическое;
- Б. Подсушка и выдержка осадков на иловых площадках в естественных условиях;
- В. Обработка флокулянтами, сгущение, подсушка и выдержка осадков, на иловых площадках в естественных условиях
- 17—Дополнительная длительная выдержка в естественных условиях осадков, подсушенных на иловых площадках, или механически обезвоженных
- 18—Компостирование обезвоженных или подсушенных осадков
- 19—Производство почвогрунтов из осадков
- 20—Термическая сушка осадков
- 21—Сжигание (термоутилизация) осадка

3.2. Сооружения механической очистки сточных вод

Сооружения механической очистки (решетки, песколовки, первичные отстойники) перед биологической очисткой проектируются по СП 32.13330.2012[1]. В качестве отдельных сооружений могут быть приняты сертифицированные изделия от фирм-производителей оборудования, в т. ч. устройства фильтрующие самоочищающиеся, процеживатели, измельчители решетки тонкой очистки различных конструкций, преимущественно в комплекте с промывкой, прессованием и обеззараживанием отбросов, а также гидроциклоны, песколовки с пескопромывателями и различные типы отстойников.

Прозоры решеток (размеры отверстий сит) должны быть не более 16мм. Рекомендуется использовать решетки с прозорами не более 10мм. Задержанные отбросы допускается:

- измельчать в дробилках со сбросом в канал перед решетками (за исключением того, если на станции применяются метантенки);
- собирать в контейнеры с герметичными крышками и вывозить в места обработки твердых бытовых и промышленных отходов;
- обезвоживать и направлять для совместной термической обработки с осадками станции очистки сточных;
- использовать при компостировании.

Песколовки необходимо предусматривать в составе станции биологической очистки городских и близких к ним по составу производственных сточных вод, производительностью более 100м³/сут. Тип песколовки следует принимать с учетом производительности станции очистки, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков,

характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т. п.

Для отмывки от органических примесей и обезвоживания удаляемого из песколовков песка следует предусматривать специальное оборудование (пескопромыватели и т.п.). Для обезвоживания песка (без его отмывки) допускается использовать песковые площадки или бункеры. Дренажную воду из сооружений для обезвоживания песка следует возвращать в поток очищаемых сточных вод перед решетками.

Сооружения осветления сточных вод рекомендуется применять на очистных сооружениях производительностью свыше 5000 м³/сутки. При обосновании допускается отказ от стадии осветления бытовых сточных вод. В этом случае прозоры процеживающих решеток должны быть не более 10 мм, а время пребывания в песколовках — не менее 10 мин. Тип первичного отстойника (вертикальный, радиальный, горизонтальный, двухъярусный, тонкослойный и др.) следует выбирать с учетом принятой технологической схемы очистки сточных вод, производительности станции, компоновки сооружений, конфигурации и рельефа площадки, геологических условий, уровня грунтовых вод.

При производительности станции до 30000 м³/сут рекомендуется принимать блочную компоновку (первичные и вторичные отстойники, аэротенки, аэробный минерализатор, контактные резервуары) по типовым проектам. В этом случае отстойники будут квадратные (вертикальные) или прямоугольные (горизонтальные) в плане. При обосновании в целях улучшения биологического удаления фосфора допускается осуществлять в отстойниках частичную ацидофикацию. В этом случае надлежит предусматривать соответствующие мероприятия, включая увеличенное время пребывания осадка, его рециркуляцию или взмучивание.

Концентрацию поступающей на сооружения биологической очистки сточной воды БПК_{полн} надлежит принимать с учетом ее снижения при первичном отстаивании (для бытовых сточных вод допускается определять исходя из количества БПК_{полн} на одного жителя по выражению:

$$\text{БПК}_{\text{полн}} = 60 \cdot 1,2 - 0,35 \cdot \mathcal{E}, \text{ мгО}_2/\text{л} \quad (15)$$

где \mathcal{E} – эффект осветления взвешенных веществ в отстойниках.

3.3 Выбор типа и конфигурации сооружений биологической очистки

Сооружения аэробной биологической очистки (незатопленные и затопленные биофильтры, аэротенки, циклические реакторы, биореакторы других типов, биологические пруды, искусственные болотные экосистемы) следует применять как основные для очистки сточных вод от органических загрязнений, поддающихся биохимическому разложению, соединений азота [1]. Также рекомендуется использовать их для удаления фосфора.

Биофильтры допускается применять как основные сооружения биологической очистки от органических загрязнений при одноступенчатой схеме или в качестве одной или нескольких ступеней для очистки от органических загрязнений и/или аммонийного азота при многоступенчатой схеме очистки.

Аэротенки допускается применять как в виде самостоятельных сооружений, так и комбинированных установок (аэротенки — отстойники, мембранные биореакторы, флотенки и др.).

Для удаления соединений азота в аэротенках следует предусматривать специальные мероприятия, в том числе [11, 12]:

- выделять отдельные зоны с аэрацией и без аэрации (аноксидные зоны), обеспечивая подачу в последние иловой смеси (возвратного ила), содержащего

нитраты, образованные в аэробных зонах,

- обеспечивать периодическое чередование аэробных и анаэробных условий,
- регулировать концентрацию растворенного кислорода для одновременного протекания анаэробных и аэробных процессов.

В анаэробных зонах (либо при анаэробных условиях) следует обеспечивать перемешивание для предотвращения оседания активного ила [12]. Перемешивание рекомендуется осуществлять электромеханическими мешалками. Допускается при обосновании осуществлять перемешивание путем аэрации, обеспечив минимальное растворение в иловой смеси кислорода воздуха, либо рециркулирующего газа, а также с помощью пневмомеханических и других подобных устройств. Допускается осуществлять перемешивание путем создания в двух и более коридорах аэротенка продольного циркуляционного потока со скоростью, достаточной для поддержания ила во взвешенном состоянии.

Для осуществления процесса улучшенного биологического удаления фосфора следует организовывать в аэротенках в дополнение к анаэробным и аэробным, также анаэробные зоны, обеспечивая в них возможно низкое содержание не только растворенного кислорода, но и нитратов. Следует также принимать меры по предотвращению избыточного растворения кислорода в сточной воде, поступающей на такие сооружения, избегая значительных перепадов потока на водосливах, столкновений потоков и т.п. Биологическое удаление фосфора рекомендуется предусматривать с биологическим удалением азота.

При биологическом удалении азота и фосфора следует обеспечивать максимальную эффективность использования органических загрязнений сточной воды как субстрата для процессов денитрификации и дефосфотации. При использовании в технологической схеме стадии осветления сточной воды ее эффективность должна регулироваться исходя из обеспечения оптимального поступления органических загрязнений на стадию биологической очистки (с учетом энергоэффективности сооружений в целом).

Для отделения очищенной воды от активного ила (биопленки) следует использовать сооружения для илоразделения: вторичные отстойники, осветлители со взвешенным слоем осадка, флотационные установки, мембранные модули и др.

Тип вторичного отстойника (вертикальный, радиальный, горизонтальный) следует выбирать с учетом производительности станции, компоновки сооружений, числа эксплуатируемых единиц, конфигурации и рельефа площадки, геологических условий, уровня грунтовых вод и т. п.

Допускается использование для биологической очистки с удалением биогенных элементов (с предварительным осветлением сточных вод или без него) реакторов циклического действия, совмещающих в себе аэротенки и вторичные отстойники).

3.4 Выбор сооружений доочистки сточных вод

Для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод могут быть применены сооружения для удаления взвешенных веществ и реагентного удаления фосфора (фильтры и осветлители различных конструкций), глубокого окисления органических и азотных загрязнений (биофильтры и биореакторы различных конструкций, биологические пруды) и для удаления специфических загрязняющих веществ (солей тяжелых металлов, бионеразлагаемых органических соединений и др.).

По типу процесса все сооружения доочистки можно подразделить на следующие основные категории:

- фильтрационные,
- биолого-фильтрационные (наряду с фильтрацией в толще загрузки проис-

ходят биологические процессы),

- биологические
- физико-химические.

Для фильтрации очищенной воды применяются песчаные фильтры, в том числе самопромывающие (динамические фильтры), сетчатые барабанные и дисковые фильтры, ультрафильтрационные мембранные установки. Фильтры для доочистки биологически очищенных сточных вод можно разделить на следующие виды:

- фильтры с зернистой загрузкой,
- механические,
- специальные.

Для всех типов фильтров доочищаемая вода проходит через неподвижный, либо медленно движущийся загрузочный слой. Для периодических технологий по окончании фазы фильтрации производится разрыхление слоя загрузки и отмывка загрязнений промывной водой (часто с подачей воздуха). Промывная вода периодически, либо непрерывно отводится в качестве возвратного потока, как правило, в начало технологического процесса.

Биолого-фильтрационные сооружения (биосорберы) позволяют осуществлять снижение концентраций как взвешенных веществ, так и биогенных, за счет биологических, окислительно-сорбционных и фильтрационных процессов. Сравнительно небольшая концентрация этих загрязнений в биологически очищенной воде требует для доочистки использования технологий с прикрепленной микрофлорой. Отличия от биофильтров на стадии основной биологической очистки:

- возможность применения более мелкого загрузочного материала, характеризующегося большей площадью поверхности,
- после них не применяются отстойники, образование биопленки на стадии доочистки минимально,
- сооружений доочистки одновременно предназначены и для удаления взвешенных веществ.

3.5 Обеззараживание сточных вод

Хозяйственно—бытовые сточных вод и их смеси с производственными сточными водами, сбрасываемые в водные объекты, либо используемые для технических целей, должны подвергаться обеззараживанию до требований действующих санитарно-гигиенических нормативов [1]. Обеззараживание следует производить после биологической очистки сточных вод. Обеззараживание сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, рекомендуется производить ультрафиолетовым (УФ) излучением. Допускается обеззараживание хлором или другими хлорсодержащими реагентами (хлорной известью, гипохлоритом натрия, получаемым в виде продукта с химических предприятий, электролизом растворов солей или минерализованных вод, прямым электролизом сточных вод) при обеспечении дехлорирования обеззараженной воды перед сбросом в водный объект.

При необходимости дополнительного насыщения очищенных сточных вод кислородом перед выпуском их в водный объект следует предусматривать специальные устройства: многоступенчатые водосливы — аэраторы или быстроток — при наличии перепада уровней между сооружениями станции очистки сточных вод и в водном объекте приемнике очищаемых вод, барботажные сооружения — в остальных случаях.

3.6 Выбор технологической схемы обработки осадков

Осадки, образующиеся в процессе очистки сточных вод (песок, осадок первичных отстойников, избыточный активный ил и др.), должны подвергаться обработке, обеспечивающей возможность их утилизации или складирования [1].

Количественные и качественные характеристики осадков зависят от принятой технологической схемы очистки сточных вод и существенно влияют на стоимость станции в целом. При выборе технологической схемы обработки осадков следует учитывать:

- возможность химической и энергетической утилизации обработанных осадков;
- целесообразность использования решеток тонкой очистки, аэрируемых песколовков, биореакторов первой ступени взамен первичных отстойников и, следовательно, ликвидации потока сырого осадка;
- возможность использования технологии отмывки песка из песколовков с целью дальнейшей утилизации;
- целесообразность применения предварительной физико – химической обработки сточных вод с использованием химических реагентов для снижения объемов биологических осадков;
- возможность снижения прироста активного ила и увеличения зольности путем регулирования режимов работы сооружений биологической очистки;
- повышение зольности и снижение объема вторичных осадков при формировании в биореакторах на контактных носителях биологической пленки.

Все жидкие осадки должны обезвоживаться до консистенции, обеспечивающей возможность их транспортировки самосвалами (влажность не более 82%) [1].

Для повышения концентрации избыточного активного ила перед его дальнейшей обработкой рекомендуется осуществлять его уплотнение (сгущение) в сооружениях и оборудовании различных типов (гравитационные, механические флотационные и т.п.).

При обработке избыточного активного ила от сооружений биологического удаления фосфора необходимо принимать меры по предотвращению выделения фосфатов в иловую воду: не допускать возникновения анаэробных условий в иле, не смешивать его в резервуарах с осадком первичных отстойников. Не допускается гравитационное уплотнение такого ила при времени пребывания свыше 3-х часов.

Осадки очистных сооружений с нагрузкой свыше 50000 ЭКЖ должны подвергаться стабилизации. Допускается использование биологических, химических, термических и термо–химических методов стабилизации. При применении на очистных сооружениях установок термической сушки или сжигания (пиролиза и т.п.), а также захоронении осадка на полигонах, оборудованных системой сбора и утилизации свалочного биогаза дополнительная стабилизация осадка не является обязательной.

Биологическую стабилизацию осадков городских сточных вод и подобных им по составу следует проводить:

- для жидких осадков — с использованием анаэробного метанового сбраживания, аэробной стабилизации, анаэробно–аэробной, аэробно–анаэробной обработки;
- для обезвоженных осадков – с использованием компостирования.

Анаэробное (метановое) сбраживание рекомендуется для стабилизации осадков на очистных сооружениях с нагрузкой свыше 300000 ЭКЖ.

Процесс сбраживания следует проводить в метантенках. При технико-экономическом обосновании допускается применение анаэробного сбраживания при последующих термо–химических методах обработки и утилизации осадка (сжига-

ние, пиролиз). Надлежит предусматривать обязательную утилизацию биогаза, образующегося при сбраживании. Допускается:

- сжигание в котельных для производства пара и горячей воды, как отдельно, так и совместно с природным газом;
- использование в качестве моторного топлива в электрогенераторах, а также при обосновании в дизельных двигателях приводов воздуходувок и на автотранспорте;
- использование в качестве топлива в установках термической сушки и сжигания осадка.

Осадки очистных сооружений с нагрузкой свыше 15000 ЭЧЖ должны обезвоживаться только с использованием обезвоживающего оборудования. Иловые площадки допускаются только в качестве резервных сооружений.

Обезвоживание осадков, образующихся при очистке сточных вод допускается предусматривать естественным или механическим методами, либо с использованием фильтрующих мешков. Для механического обезвоживания осадков рекомендуется предусматривать центрифуги и ленточные фильтр—прессы. При обосновании допускается использовать камерные фильтр—прессы, шнековые прессы и другое оборудование. В качестве реагента для улучшения водоотдающих свойств осадков городских сточных вод и схожих с ними по составу следует использовать органические полимеры (флокулянты) [15]. Тип оборудования и число рабочих и резервных аппаратов следует устанавливать по характеристикам и требованиям производителям оборудования.

При проектировании механического обезвоживания осадка надлежит предусматривать:

- при наличии резервных иловых площадок (на 20% годового расхода осадка): 1 резервный фильтр—пресс при количестве рабочих до трех включительно, и 2 – при четырех и более рабочих агрегатах 1 резервная центрифуга при количестве рабочих агрегатов до двух включительно, и 2 – при трех и более рабочих агрегатов;
- при отсутствии возможности или экономической нецелесообразности создания иловых площадок (либо при нецелесообразности их дальнейшей эксплуатации) надлежит по технико-экономическому обоснованию предусматривать мероприятия, по обеспечению приема и обработки осадка в аварийных ситуациях: накопители осадка с временем пребывания не менее 2-х суток, большее резервирование обезвоживающего оборудования (до 100%) и т.п.

Для подготовки обезвоженного нестабилизированного осадка к утилизации в качестве удобрения или рекультивирующего слоя необходимо предусматривать его обработку методами биотермического компостирования или термической сушки. При термосушке следует предусматривать:

- максимально возможное обезвоживание осадка перед подачей на сушку;
- использование для сушки имеющихся (возможных) тепловых ресурсов, при обосновании – получение и использование низкопотенциального тепла от сушилки;
- отделение высушенного осадка от крупных и пылевидных частиц, с возвратом их в процесс сушки;
- очистку газовых выбросов из сушилки;
- мероприятия по обеспечению взрыво— и пожаробезопасности установки сушки, а также бункеров и складов высушенного осадка.

При компостировании осадка следует предусматривать добавление органических наполнителей (либо готового компоста).

Компостирование может осуществляться: на обвалованных площадках с твердым покрытием, в коридорных сооружениях, емкостях, закрытых установках (биореакто-

рах), в зданиях.

Осадок бытовых сточных вод, их смеси с производственными и инфицированными производственными сточными вод надлежит подвергать обеззараживанию в жидком виде или после обезвоживания. Обеззараживание и дегельминтизация осадков может обеспечиваться:

- прогреванием до 60°C с выдерживанием при этой температуре не менее 20 мин;
- биотермическим компостированием (кроме компостирования мезофильно сброженного осадка);
- термической сушкой в сушилках различного типа (исключая низкотемпературные, не разогревающие осадок до 60°C);
- применением обеззараживающих реагентов.

Для осадков, прошедших анаэробное термофильное сбраживание при температуре не менее 53°C, обеззараживание и дегельминтизация не требуются.

Для термической утилизации осадка допускается применять печи сжигания различных типов, установки пиролиза, газификации, и т.п. При обосновании допускается совместное использование сушки осадка и сжигания. При использовании высокотемпературного пиролиза и газификации осадка его надлежит предварительно подвергать сушке.

Дегельминтизацию сточных вод и твердой фазы рекомендуется вести преимущественно препаратом «БИНГСТИ» согласно «Методическим указаниям МУ 3. 2. 1022 – 01. Мероприятия по снижению риска заражения населения возбудителями паразитозов» (2001).

Для утилизации осадков коммунальных сточных вод рекомендуются площадки вермикюльтивирования. Разработка биотехнологии вермикюльтивирования основана на разведении красного калифорнийского червя для получения гумуса. Питанием для червей, является обработанный коммунальный активный ил. Каждая тонна осадков, переработанной червями, даёт 600 кг органического удобрения, содержащего 30% гумуса и 70% зольного остатка. Содержащиеся в вермикомпостах микроорганизмы способствуют переводу токсичных форм тяжёлых металлов в малоподвижные соединения.

Для не утилизируемых осадков должны быть предусмотрены сооружения, обеспечивающие их складирование в условиях, предотвращающих загрязнение окружающей среды. Места складирования должны быть согласованы с органами Госнадзора. В настоящее время разработана технология детоксикации и утилизации осадков с применением гумино—минерального концентрата, который при обработке им осадков прочно связывают ионы тяжелых металлов, переводя их в неподвижные формы, сорбируют органические токсиканты и придают им водонепроницаемые, гидроизолирующие свойства. Осадки сточных вод, обработанные концентратом, не подвержены минерализации с выделением метана, разогреванию и самовозгоранию.

3.7 Выпуски сточных вод

Выпуск очищенных сточных вод следует производить ниже по течению водотока относительно расположения водозаборов. Место выпуска сточных вод решается одновременно с выбором площадки очистных сооружений [1]. Берег реки у места выпуска не должен подвергаться размыву и оползням. Выпуск целесообразно располагать на вогнутой части берега, место выпуска намечается с учетом наивыгоднейшего решения трассы коллектора от очистных сооружений до реки. Из коллектора стоки поступают в береговой колодец. Выпуск начинается от берегового колодца. Конструкция выпуска должна обеспечивать наиболее эффективное смешение сточной жидкости с водой во-

доема. Расчет выпуска заключается в определении сопротивлений при движении жидкости по трубам с учетом линейных и местных сопротивлений.

Место выпуска и его конструкция согласуются с органами рыбоохраны и государственной санитарной инспекции, а на судоходных реках, кроме того, с бассейновым управлением пути.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03—85. Канализация. Наружные сети и сооружения». Актуализированная редакция. М., 2012. С.92
2. Данилович Д.А. НДТ очистки сточных вод поселений: концепция информационно-технического справочника//Наилучшие доступные технологии для водоснабжения и водоотведения. 2015. № 2. С.12—17.
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС-10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.webportalsrv.gost.ru.-> (Дата обращения: 04.05.2017).
4. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. М.: Стройиздат, 1982. С. 528.
5. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов / МЖКХ РСФСР. М., 1989.
6. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М., 2009. С.704.
7. Воронов Ю.В. Водоотведение. М.: АСВ, 2014. С.358.
8. СНиП 2.04.03—86. Канализация. Наружные сети и сооружения. М.,1986.С.72.
9. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика//Под редакцией А.Н.Самохина. М.: Стройиздат, 1977.С.409.
10. Баженов В.И., Денисов А.А. Проектирование современных комплексов биологической очистки сточных вод // Экология и промышленность России. 2009. №2. С. 38—42.
11. Мишуков, Б.Г.Глубокая очистка городских сточных вод: учеб. пособие /Б. Г. Мишуков, Е. А. Соловьева, СПбГАСУ. СПб., 2014. 180 с.
12. Хенце М. Очистка сточных вод. М.: Мир,2004. С.480.
13. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП. М.: Стройиздат, 1990. С.192.
14. СНиП 2.04.02.84. — Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М: Стройиздат, 1985. 136 с.
15. Пугачев Е.А. Процессы и аппараты обработки осадков сточных вод. Монография. М.: Изд-во АСВ, 2012.208 с.
16. Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ. Ростов – на – Дону. ДГТУ. 2015.
17. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов».М.2000.
18. «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» М. 2000.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет _____
(наименование факультета)

Кафедра _____
(наименование кафедры)

Зав. кафедрой « _____ »

_____ (подпись) _____ (И.О.Ф.)

« ____ » _____ 201_ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту (работе) по дисциплине (модулю) _____
(наименование учебной дисциплины (модуля))

на тему: _____

Автор проекта (работы) _____
подпись И.О.Ф.

Направление/специальность, профиль/специализация:

код направления _____ наименование направления (специальности)

наименование профиля (специализации)

Обозначение курсового проекта (работы) _____ Группа _____

Руководитель проекта _____
подпись (должность, И.О.Ф.)

Проект (работа) защищен (а) _____
дата оценка подпись

Ростов-на-Дону

201_

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Факультет Инженерно-строительный

Кафедра Прикладная информатика и вычислительная техника

Зав. кафедрой «_____»

(подпись)

«__» _____ 201__ г.

ЗАДАНИЕ

к курсовому проекту по дисциплине
Водоотведение и очистка сточных вод

Студент _____ Группа _____

Обозначение курсового проекта (работы) ОСВ 00.0000.000.КП

Тема Очистные сооружения города и **мясокомбината**

Срок представления проекта (работы) к защите «__» _____ 201_ г.

Исходные данные для курсового проекта (работы)

Глубина залегания грунтовых вод -4-5м

Характер грунтов на площадке ОС – суглинки

Для города:

Норма водоотведения л/сут на чел

Численность населения, тыс.чел.

Место выпуска очищенных сточных вод – водоем

Для предприятия:

Вид производства

Количество смен

Численность рабочих, чел

Расход производственных сточных вод, м³/сут

Содержание пояснительной записки

ВВЕДЕНИЕ:

Актуальность темы, цель курсовой работы и поставленные задачи

Наименование и содержание разделов:

1. Определение расходов и концентраций сточных вод.
2. Обоснование выбора технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадков.
3. Расчет сооружений механической очистки сточных вод
4. Расчет сооружений биологической очистки сточных вод
5. Расчет сооружений доочистки сточных вод
6. Расчет сооружений обеззараживания сточных вод.
7. Расчет сооружений по обработке осадков сточных вод

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Выводы по работе

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Графические материалы

1. Генплан очистных сооружений
2. Конструкция сооружения (план и разрез)

Руководитель проекта

И.О.Ф.

подпись, дата

Задание принял к исполнению

И.О.Ф.

подпись, дата

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1 —График притока городских сточных вод на очистные сооружения

Часы суток	От города		От промышленного предприятия				Душевые сточные воды, м ³ /ч	Производственные сточные воды, м ³ /ч	Суммарный расход сточных вод, м ³ /ч
	%	м ³ /ч	Хозяйственно-бытовые сточные воды						
			Холодные цеха		Горячие цеха				
			%	м ³ /ч	%	м ³ /ч			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1									
1-2									
2-3									
3-4									
4-5									
5-6									
6-7									
7-8									
8-9									
9-10									
10-11									
11-12									
12-13									
13-14									
14-15									
15-16									
16-17									
17-18									
18-19									
19-20									
20-21									
21-22									
22-23									
23-24									
Сумма									