

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПБГУТ)**

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД»**

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Разработчик: профессор, д.т.н. Греков К.Б.

**Санкт-Петербург
2018**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью преподавания дисциплины «Очистка сточных вод» является научить будущих специалистов рациональному использованию и охране водных ресурсов: самостоятельному проектированию всего комплекса очистных сооружений на базе современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области.

Эта цель достигается путем изучения устройства и перспектив развития систем водоотведения населенных мест, отдельных элементов этих систем и современного оборудования, методов эксплуатации и реконструкции этих систем, нормативной базы в области проектирования и строительства систем водоотведения населенных мест, методов проектирования сетей и сооружений водоотведения, методов подбора оборудования систем водоотведения, порядка выполнения предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов систем водоотведения населенных мест; формирования умения проектировать системы водоотведения населенных мест, выбирать типовые решения систем и принимать проектные решения на основе существующих типовых разработок, проводить инженерные изыскания, проектировать систем водоотведения населенных мест с использованием стандартных прикладных расчетных и графических программных пакетов; проектировать объекты водоотведения на основе типовых проектных решений; формирования навыков проектирования и расчета систем водоотведения населенных мест современными методами, выполнения предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов систем водоотведения населенных мест, разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ, контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам и техническим условиям и другим нормативным документам. В решении перечисленных выше задач большое значение имеет курсовая работа.

Общие указания.

Задание на выполнение курсовой работы выдается студенту руководителем в начале 6 семестра. В задании указывается тема курсовой работы. При этом уточняется объем выполняемых работ, конкретизируются исходные данные. Студенты собирают материалы, необходимые для выполнения курсовой работы, производят расчеты, составляют технологические схемы, консультируясь с руководителем.

При защите курсового проекта в своем докладе, продолжительностью 8-10 минут, студент должен коротко сформулировать цель проекта, обосновать выбор оборудования, технологической схемы процесса, аргументировать данные, полученные в результате анализа и расчетов. После доклада автор работы отвечает на поставленные вопросы. За доклад и ответы на вопросы выставляется оценка.

Типовая структура курсовой работы

1. Титульный лист
2. Задание.
3. Реферат. В начале реферата должно быть указано количество страниц в пояснительной записке, количество рисунков, фотографий, таблиц, графиков, использованных библиографических источников. Текст реферата должен отражать содержание основных результатов проекта.
4. Содержание (оглавление). Содержание включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов с указанием номеров страниц, на которых размещается начало разделов (подразделов, пунктов). Слово «страница» над столбцом номеров страниц не пишут.
5. Введение. Во введении коротко формулируются основные требования, предъявляемые к материалу и процессу, обосновывается целесообразность процесса с экономической и экологической точек зрения.
6. Теоретические основы процессов механической и биологической очистки сточных вод.
7. Выбор, обоснование и описание технологического оборудования.
8. Технологические расчеты. Производятся в объеме, предусмотренном техническим заданием.
9. Заключение (выводы, технологические рекомендации).
10. Список использованной литературы.

Оформление работы

Работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями, принятыми для научной работы или отчета. Это означает, что всякое положение работы должно быть обосновано ссылками на фактические данные, либо на литературные источники. Фактические данные представляются в виде таблиц, графиков, помещаемых в тексте работы после первого упоминания о них. Для таблиц и устанавливается единая сквозная нумерация.

Ссылки на литературные источники оформляются номерами в квадратных скобках; расшифровка номеров проводится в библиографическом списке в конце работы. В библиографическом списке приводятся полные данные о работах. Примеры библиографического описания приводятся в приложении 1.

Ориентировочный объем работы 20-25 стр.

Пример выполнения расчета

Расчет расходов и общего коэффициента неравномерности притока сточных вод

По табл.3 СНиП 2.04.03-85 находим, что удельное среднесуточное водоотведение на одного городского жителя составляет 550 л/сут. Тогда удельное водоотведение на город с населением 1 млн жителей будет $550 \cdot 10^6$ л/сут. Так как расход бытовых стоков (Q_{bc}) равен расходу промышленных стоков (Q_{pc}), а также ливневки ($Q_{л}$), то общий расход сточных вод, поступающих на городские очистные сооружения равен:

$$Q_{bc} = Q_{pc} = Q_{л} = 5,5 \cdot 10^8 \text{ л/сут.} = 22,9 \cdot 10^6 \text{ л/ч};$$

$$Q_{общ} = 3 \cdot 5,5 \cdot 10^8 = 16,5 \cdot 10^8 \text{ л/сут} = 19097 \text{ л/с}$$

По СНиП 2.04.03-85 определяем коэффициент неравномерности расхода:

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод $K_{gen \max}$	Средний расход сточных вод, л/с.				
	5	10	100	1000	5000 и более
	2,5	2,1	1,6	1,47	1,44

Так как в нашем случае средний расход сточных вод более 5000 л/с (19097 л/с), то принимаем $K_{gen \max} = 1,44$. Максимальный часовой расход ($Q_{общ}^{\max \tau}$) в этом случае составит:

$$Q_{общ} = 19097 \text{ л/с} = 68,7 \cdot 10^6 \text{ л/ч};$$

$$Q_{общ}^{\max \tau} = 1,44 \cdot 68,7 \cdot 10^6 = 98,9 \cdot 10^6 \text{ л/ч.}$$

Принимаем расчетные расходы: для механической очистки – максимальный часовой расход $98,9 \cdot 10^6$ л/ч; для аэротенка принимаем средний расход между максимальным часовым и средним по потоку смешанной воды, поступающей на очистные сооружения, а именно $83,8 \cdot 10^6$ л/ч, т.к. предполагаемый период аэрации в предполагаемой схеме очистки сточных вод методом нитриденитрификации и биологической дефосфотации составит около 5 ч.

Ниже приведена таблица расходов (табл. 1), обобщающая рассчитанные расходы.

Расчет концентраций

По табл. 25 СНиП 2.04.03-85 примем загрязненность бытовых сточных вод на одного городского жителя ($G_{i \text{ бн}}$) с учетом заданного коэффициента $k=0,8$ (табл. 2).

Таблица 1

Таблица расходов

№ п/п	Наименование	Расход	
		л/сут.	л/ч
1	Бытовые сточные воды	$5,5 \cdot 10^8$	$22,9 \cdot 10^6$
2	Промышленные сточные воды	$5,5 \cdot 10^8$	$22,9 \cdot 10^6$
3	Поверхностный сток (ливневка)	$5,5 \cdot 10^8$	$22,9 \cdot 10^6$
4	Общий расход сточных вод	$1,6 \cdot 10^9$	$68,7 \cdot 10^6$
5	Расчетный расход для механической очистки	$2,4 \cdot 10^9$	$98,9 \cdot 10^6$
6	Расчетный расход для аэротенка	$2,0 \cdot 10^9$	$83,8 \cdot 10^6$

Таблица 2

Показатель	Количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут.	
	$G_{i\text{бп}}$	$0,8 G_{i\text{бп}}$
Взвешенные вещества (ВВ)	65	52
БПК _п неосветленной жидкости	75	60
БПК _п осветленной жидкости	40	32
Азот аммонийный (N-NH ₄ ⁺)	8	6,4
Фосфаты P ₂ O ₅	3,3	2,64
в пересчете на фосфор фосфатов (P-PO ₄ ³⁻)	2,2	1,77

Концентрация загрязняющих веществ в бытовых сточных водах ($C_{i\text{бп}}$, мг/л), может быть найдена по формуле

$$C_{i\text{бп}} = \frac{k \cdot G_{i\text{бп}} \cdot N}{Q_{\text{бп}}},$$

где N – численность населения города, чел.

Например концентрация взвешенных веществ в бытовых сточных водах

$$C_{\text{ВВ}} = 1000 \frac{52 \cdot 10^6}{5,5 \cdot 10^8} = 94,5 \text{ мг/л.}$$

Аналогичным образом находим концентрацию остальных загрязняющих веществ в потоке бытовых сточных вод. Они соответственно составят: БПК_п неосветленной жидкости – 109 мг/л; БПК_п осветленной жидкости – 58 мг/л; N-NH₄⁺ – 11,6 мг/л; P-PO₄³⁻ – 2,2 мг/л.

Согласно условию задания, загрязненность промышленных сточных вод и ливневки известна. Загрязненность общего потока городских сточных вод, поступающих на очистные сооружения, рассчитывается по формуле

$$C_{i\text{общ}} = \frac{C_{i\text{бп}} \cdot Q_{\text{бп}} + C_{i\text{пс}} \cdot Q_{\text{пс}} + C_{i\text{л}} \cdot Q_{\text{л}}}{Q_{\text{бп}} + Q_{\text{пс}} + Q_{\text{л}}}.$$

В данном случае расходы ливневки, бытовых и промышленных сточных вод равны, следовательно формула значительно упрощается:

$$C_{i\text{общ}} = \frac{C_{i\text{бп}} + C_{i\text{пс}} + C_{i\text{л}}}{3}.$$

Таким образом, загрязненность общего потока составит:

$$C_{\text{БПК}_{\text{п неосв. ж}}} = \frac{109 + 50 + 30}{3} = 63 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{БПК}_{\text{п осв. ж}}} = \frac{58 + 50 + 30}{3} = 46 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ВВ}} = \frac{94,5 + 40 + 80}{3} = 71,5 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{N}} = \frac{1 + 11,6}{3} = 4,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{P}} = \frac{2,2}{3} = 0,73 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{НП}} = \frac{3}{3} = 1,0 \text{ мг/л};$$

Полученные в результате расчетов значения концентраций заносим в табл. 3.

Таблица 3

Концентрации общего потока сточных вод

Загрязняющие вещества	Концентрация на входе очистных сооружений, мг/л	Концентрация на выходе очистных сооружений, мг/л	Требуемая эффективность очистки, %
1	2	3	4
БПК _п неосветленной жидкости	63,0	10,0	84,1
Взвешенные вещества	71,5	10,0	86,0
Нефтепродукты	1,0	0,3	70,0
Фосфор фосфатов	0,73	0,2	81,3
Азот аммонийный	4,2	1,0	76,2
Азот нитратов	0	7,0	-
Азот нитритов	0	0,1	-

Обоснование технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадка

Предлагаемая типовая схема очистки сточных вод состоит из механической очистки на песколовках и первичных отстойниках и биологической очистки в аэротенках и вторичных отстойниках. В данной схеме не предусматривается обеззараживание по двум причинам:

1. В системе биологической очистки происходит и без того интенсивное подавление патогенных микроорганизмов.

2. Для общего расхода сточных вод $68,7 \cdot 10^6$ л/ч на сегодняшний день не существует эффективных схем обеззараживания такого большого объема стоков.

Основываясь на п. 6.16 [6], предусматриваем наличие на очистной станции решеток с прозорами не более 16 мм.

Используем радиальные первичные и вторичные отстойники, которые обеспечат необходимые производительность и эффективность очистки по взвешенным веществам (как минимум 40%).

Так как по заданию имеется кирпичный завод, способный принять все количество золы, образующейся при сжигании осадка, то для обработки осадка предусматриваем радиальные илоуплотнители и центрипресс для подготовки осадка к сжиганию.

Примеры библиографического описания:

Для книги (брошюры):

Баландин Р.К., Бондарев Л.Г. Природа и цивилизация. М.: Мысль, 1988. 391 с.

Для статьи в журнале:

Абрамов А.В., Драчикова Е.С., Клячко И.Л., Эль Ю.Ф. Модифицированный способ доочистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. №6. 1996. С21-22.

Для статьи в сборнике:

Тонконогов В.Д., Шуринова В.И. Отображение на обзорных почвенных картах антропогенно-преобразованных почв // География и картография почв. М.: Наука, 1993. С. 100-104.

Для фондовых материалов:

Синицин И.М., Хузин М.М., Галкина О.С., Полозков В.М. Геологическое строение и гидрогеологические условия территории листа О-40-XXX1. Отчет Камбарского отряда Камской гидрогеологической съемочной экспедиции по работам за 1972—1976 гг. Уфа, 1976. М., Росгеолфонд, инв. № 465754.

Для интернет-источника:

Глобальная экологическая перспектива-3. Прошлое, настоящее и перспективы на будущее. ЮНЕП, 2002. <http://www.unep.org/geo/geo3/russian/index.htm>

Библиографический список

1. Временные методические указания по составлению раздела Оценка воздействия окружающую среду, в схемах размещения, ТЭО, ТЭР, и проектах разработки месторождений и строительства объектов нефтегазовой промышленности. - Уфа, ВНИИСПТнефть, 1992, 178с.

2. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 184 с.