

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Системы защиты гидросферы

Программа, методические указания и задания к выполнению
контрольной работы для студентов заочной формы обучения
специальности 280101 (330100)

Курган 2005

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»
Дисциплина: Системы защиты гидросферы (специальность 280101)

Составил: доцент, канд.тех.наук Левашов С.П.

Утверждены на заседании кафедры 19 октября 2004года

Рекомендованы методическим советом университета
« » 2005 года

Содержание

1. Содержание курса	3
2. Методические указания к выполнению контрольной работы	4
3. Вопросы по курсу «Системы защиты гидросферы»	6
4. Задачи	6
Список литературы по курсу «Системы защиты гидросферы»	8

1. Содержание курса

ВВЕДЕНИЕ

Основные характеристики сточных вод. Основные свойства воды, характерные загрязнения сточных вод. Классификация сточных вод. Условия выпуска сточных вод. Определение необходимой степени очистки сточных вод.

Классификация видов загрязнений сточных вод. Группа I: суспензии и эмульсии: бактерии и водоросли. Группа II: коллоиднорастворенные и высокомолекулярные вещества; вирусы. Группа III: молекулярнорастворенные вещества и газы. Группа IV: электролиты.

Системы водообеспечения и водоотведения промышленных предприятий. Характеристика замкнутых систем водоснабжения предприятия. Характеристика схем водообеспечения и водоотведения. Оценка эффективности использования воды на предприятии.

Характеристика основных методов очистки сточных вод. Обзор механических, химических, физико-химических, биологических и термических методов. Краткая характеристика, области применения, достоинства и недостатки. Многоступенчатые системы очистки сточных вод. Типовые схемы очистных сооружений. Проектирование систем очистки сточных вод от основных видов загрязнений.

Удаление взвешенных и всплывающих примесей. Процеживание сточных вод. Отстаивание сточных вод. Песколовки и горизонтальные отстойники. Радиальные и пластинчатые отстойники. Осветлители. Нефте- и жироловушки. Принцип действия, конструкции и основные технические характеристики оборудования. Методики расчета усреднителей, решеток, песколовок, отстойников.

Фильтрация сточных вод. Фильтрация через фильтрующие перегородки. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность. Фильтры с зернистой перегородкой. Характеристика медленных и скоростных фильтров. Многослойные скоростные и фильтры с подвижной загрузкой. Микрофильтры.

Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием. Гидроциклоны. Открытые и многоярусные гидроциклоны. Цен-

трифуги. Червячные отжимные аппараты. Принцип действия, конструкции и основные технические характеристики оборудования.

Физико-химические методы очистки сточных вод. Сущность физико-химических методов очистки. Краткая характеристика. Коагуляция. Флоккуляция. Флотация. Вакуумная и эрлифтная флотация. Напорная флотация. Флотация с механическим диспергированием воздуха. Химическая, биологическая и ионная флотация. Принцип действия, конструкции и основные технические характеристики оборудования. Адсорбционные методы очистки. Характеристика адсорбентов, сущность процесса. Характеристики и схемы адсорбционных установок. Конструкции и схемы работы адсорберов. Сущность ионообменной очистки. Реакции ионного обмена. Природные и синтетические иониты. Схемы и принцип действия ионообменных установок. Требования к ионообменным аппаратам, их классификация. Методика расчета ионообменных фильтров. Экстракция. Сущность процесса, требования к экстрагентам. Схемы и принцип действия экстракционных установок. Обратный осмос. Ультрафильтрация. Схемы и принцип действия установок для обратного осмоса и ультрафильтрации.

Очистка сточных вод от газообразных примесей. Десорбция летучих примесей. Схемы и принцип действия установок. Дезодорация. Дегазация. Принцип действия, конструкции и основные технические характеристики оборудования.

Электрохимические методы очистки. Сущность методов, характеристика процессов электрокоагуляции, электрофлотации и электродиализа. Схемы и принцип действия установок.

Биохимические методы очистки. Сущность методов. Аэротенки. Схемы установок, характеристика процесса очистки. Поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды, характеристика процессов очистки. Методики расчета биофильтров с плоскостной загрузкой, дискового вращающегося, капельных и высоконагружаемых биологических фильтров.

2. Методические указания к выполнению контрольной работы

Контрольная работа углубляет и систематизирует знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Системы защиты гидросферы». Она включает два вопроса по теоретической части курса и две практические задачи.

Ответы на вопросы должны достаточно полно отражать уровень подготовки студента в данной области, содержать необходимые ссылки на учебную и нормативно-техническую литературу. Они могут сопровождаться рисунками, графиками и таблицами, выполненными в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе».

Выбор контрольных вопросов осуществляется по двум последним цифрам зачетной книжки. Предпоследняя цифра определяет две группы вопросов

(четная – вопросы с 01 по 09 и с 20 по 29, нечетная – с 10 по 19 и с 30 по 39), последняя – номер вопроса в группе. Например, номеру86 соответствуют вопросы 6 и 26, номеру53 - вопросы 13 и 33 и т.д.

Выбор вариантов задач осуществляется по последней цифре зачетной книжки.

3. Вопросы по курсу «Системы защиты гидросферы»

1. Основные свойства воды, характерные загрязнения сточных вод.
2. Классификация сточных вод.
3. Условия выпуска сточных вод. Определение необходимой степени очистки сточных вод.
4. Классификация основных методов очистки сточных вод. Характеристика основных методов очистки сточных вод.
5. Характеристика замкнутых систем водоснабжения предприятия. Характеристика схем водообеспечения и водоотведения.
6. Оценка эффективности использования воды на предприятии.
7. Удаление взвешенных частиц. Краткая характеристика методов очистки.
8. Процеживание сточных вод. Сущность метода, схемы аппаратов, эффективность. Отстаивание сточных вод. Сущность метода, схемы аппаратов, эффективность.
9. Песколовки и горизонтальные отстойники. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность.
10. Радиальные и пластинчатые отстойники. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность.
11. Осветлители. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность.
12. Нефте- и жироловушки. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность.
13. Фильтрация через фильтрующие перегородки. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность. Фильтры с зернистой перегородкой.
14. Фильтры с зернистой перегородкой. Характеристика медленных и скоростных фильтров. Многослойные скоростные и фильтры с подвижной загрузкой.
15. Микрофильтры. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность.
16. Гидроциклоны. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность. Открытые и многоярусные гидроциклоны.
17. Центрифуги. Сущность методов очистки, схемы аппаратов, эффективность. Червячные отжимные аппараты.
18. Сущность физико-химических методов очистки. Краткая характеристика.

19. Коагуляция. Сущность метода, характеристика процесса, схемы установок. Флокуляция.
20. Вакуумная и эрлифтная флотация. Сущность методов, характеристика процесса, схемы установок.
21. Напорная флотация. Сущность метода, характеристика процесса, схемы установок. Флотация с механическим диспергированием воздуха.
22. Химическая, биологическая и ионная флотация. Сущность методов, характеристика процессов.
23. Адсорбционные методы очистки. Характеристика адсорбентов, сущность процесса.
24. Характеристики и схемы адсорбционных установок. Конструкции и схемы работы адсорберов.
25. Сущность ионообменной очистки. Реакции ионного обмена. Природные и синтетические иониты.
26. Схемы и принцип действия ионообменных установок. Требования к ионообменным аппаратам, их классификация.
27. Экстракция. Сущность процесса, требования к экстрагентам.
28. Схемы и принцип действия экстракционных установок.
29. Обратный осмос. Сущность метода, характеристика процесса.
30. Ультрафильтрация. Сущность метода, характеристика процесса.
31. Схемы и принцип действия установок для обратного осмоса и ультрафильтрации.
32. Десорбция летучих примесей. Схемы и принцип действия установок.
33. Дезодорация. Сущность метода, характеристика процесса.
34. Дегазация. Сущность метода, характеристика процесса.
35. Электрохимические методы очистки. Сущность методов, характеристика процессов.
36. Электрокоагуляция. Сущность метода, характеристика процесса.
37. Электрофлотация и электродиализ. Сущность метода, характеристика процесса.
38. Биохимические методы очистки. Сущность методов, характеристика процесса.
39. Аэротенки. Схемы установок, характеристика процесса очистки.
40. Поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды, характеристика процессов очистки.

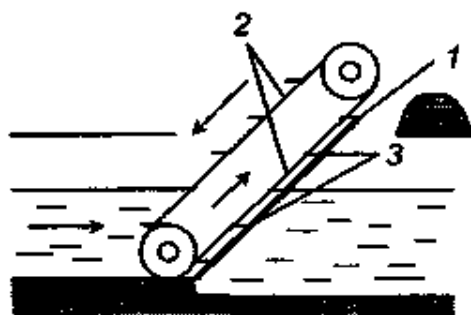


Рис. 1. Решетка с габлями для очистки:
1 — решетка; 2 — бесконечная цепь; 3 — габли

4. Задачи

Задача 1. Расчет решеток

Для выделения из сточных вод крупных нерастворимых загрязнений размером более 25 мм используют решетки (рис.1), изготовленные из стержней с круглым, прямоугольным или овальным сечением. Размер прозора решеток составляет 16.....25 мм. Для

удобства удаления загрязнений, осевших на входной поверхности, решетки устанавливаются под углом к горизонту 60...90°.

Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметры										
$Q, 10^3 \text{ м}^3/\text{сут},$	120	150	190	140	130	170	160	110	180	200
$H, \text{ м}$	1,0	1,9	1,5	1,3	1,7	1,6	1,8	1,1	1,2	2,0
$\delta, 10^{-3} \text{ м}$	6	9	7	8	9	7	8	10	6	10
$N, \text{ шт}$	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2

Расчет решеток проводят в следующем порядке:

1. Определяют количество прозоров

$$n = KQ/(bHW_n), \quad (1)$$

где $K=1,05$ — коэффициент, учитывающий стеснение прозоров решетки задержанными загрязнениями; Q — расход сточных вод, $b=16...25$ мм — ширина прозора; H — глубина коллектора; W_n — скорость движения воды в прозорах, обычно $W_n = 0,8... 1,0$ м/с.

2. Определяют ширину решетки

$$B = bn + \delta(n-1), \quad (2)$$

где δ — толщина стержней решетки

3. Исходя из заданного количества решеток N , находят ширину каждой из них по формуле

$$B_l = B/N \quad (3)$$

4. Определяют перепад давлений сточной воды на решетке

$$\Delta p = \zeta K_c \rho W^2/2, \quad (4)$$

где $W = 0,7...0,8$ м/с — скорость движения сточной воды в коллекторе перед решеткой, $K_c = 2...3$ — коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления решетки в процессе осаждения в ее прозорах примесей сточных вод; ρ — плотность сточной воды, $\text{кг}/\text{м}^3$, ζ — коэффициент местного сопротивления решетки, рассчитываемый по формуле

$$\zeta = \beta(\delta/b)^{4/3} \sin \alpha, \quad (5)$$

где β — коэффициент, характеризующий форму поперечного сечения стержней (для круглых стержней $\beta = 1,79$; для прямоугольных — 2,42 и для овальных — 1,83); α — угол наклона решетки к горизонту.

Задача 2. Расчет гидроциклонов

Рассчитать конструктивные размеры открытого гидроциклона с конической диафрагмой и внутренним цилиндром (рис. 2) для очистки сточных вод, образующихся при мойке грузовых автомобилей. Изобразить схему гидроциклона с указанием размеров.

Исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметры										
$u_0, \text{мм/с}$	0,2	0,3	0,8	0,5	0,4	0,6	0,7	0,3	0,4	0,7
$Q, \text{м}^3/\text{ч}$	30	25	35	45	55	65	75	85	95	105
$D_{hc}, \text{м}$	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10

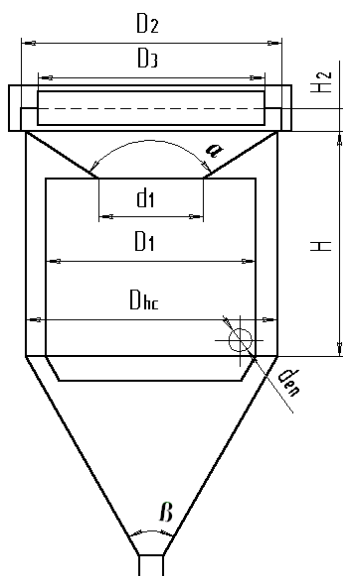


Рис. 2. Открытый гидроциклон с конической диафрагмой и внутренним цилиндром

Расчет гидроциклонов проводят в следующем порядке.

По формуле (6) [9] рассчитывают удельную гидравлическую нагрузку на гидроциклон q_{hc} $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

$$q_{hc} = 3,6 K_{\kappa} u_0, \quad /6/$$

где K_{κ} - коэффициент пропорциональности, зависящий от типа гидроциклона и равный для гидроциклонов:

- без внутренних устройств - 0,61;
- с конической диафрагмой и внутренним цилиндром - 1,98.

Определяют общую площадь зеркала воды в гидроциклонах F_{hc} м^2

$$F_{hc} = Q / q_{hc}, \quad (7)$$

Исходя из заданного диаметра гидроциклона D_{hc} , рассчитывают их количество N , шт.:

$$N = F_{hc} / D_{hc}^2 \cdot 0,785 \quad (8)$$

Полученное значение округляют до целого и принимают n гидроциклонов диаметром D_{hc} .

По таблице 3 рассчитывают конструктивные размеры гидроциклона: высоту цилиндрической части, H_{hc} , м; диаметр впускного патрубка d_{en} , мм, количество патрубков n ; угол конической части α ; угол конуса диафрагм β ; диаметр центрального отверстия в диафрагме d_d , м; диаметр внутреннего цилиндра D_1 , м, высоту внутреннего цилиндра H_1 , м; высоту водосливной стенки H_2 , м; диаметр водосливной стенки D_2 , м; диаметр водопогруженного щита D_3 , м.

Выбирают материал для изготовления гидроциклона.

Конструктивные размеры гидроциклона Таблица 3

Наименование конструктивного элемента	Единица измерения	Тип гидроциклона по рис.

Примечание [БСК1]: сколько можно макс и мин

		7, в
1	2	5
Диаметр аппарата	м	2-10
Высота цилиндрической части, H	доля от D_{hc}	$D_{hc}+0,5$
Размер впускного патрубка	»	0,05
Количество впусков n_1	шт.	2
Угол конической части α	град	60
Угол конуса диафрагм β	»	90
Диаметр центрального отверстия в диафрагме d_d	доля от D_{hc}	0,5
Диаметр внутреннего цилиндра D_1	то же	0,88
Высота внутреннего цилиндра H_1	»	1,0
Высота водосливной стенки над диафрагмой H_2	м	0,5
Диаметр водосливной стенки D_2	в долях от D_{hc}	$D_{hc}+0,2$
Диаметр полупогруженной кольцевой перегородки D_3	то же	D_{hc}
Зазор между корпусом и диафрагмой ΔD	м	0
Скорость потока на входе в аппарат u_{bn}	м/с	0,3-0,5

Литература по курсу «Системы защиты гидросферы»

1. Абрамович С.Ф. Раппорт Я.Д. Тенденции развития водоснабжения городов за рубежом. Обзор М.: Изд-во ВНИИИС, 1987.
2. Алферова А.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов М.: Стройиздат, 1987.
3. Аширов А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов. – Л.: Химия, 1983. – 259 с., ил.
4. Брок Т. Мембранная фильтрация / Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
5. Бучило Э. Очистка сточных вод травильных и гальванических отделений. М.: Энергия, 1977.
6. Волоцков Ф.П. Очистка и использование сточных вод гальванических производств. М.: Химия, 1983.
7. Гвоздев В. Д., Ксенофонтов Б. С. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков. М.: Химия, 1988. – 112 с.
8. Дытнерский Ю. И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. М.: Химия, 1986. – 272 с.

9. Жуков А.И. Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод М.: Стройиздат.
10. Инженерная экология и экологический менеджмент: Учебник/ Под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына. – М.: Логос, 2003.
11. Инженерная экология: Учебник/ Под ред. В.Т. Медведева. –М. : Гардарики, 2002.
12. Ковалева Н. Г., Ковалев В. Г. Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности. - М.: Химия, 1987. –160 с.
13. Кожевников А.В. Водоподготовка. Теоретические основы типовых процессов: Учеб. пособие.- Ленинград: Изд-во Северо-Западного заочного политехнического института, 1977.
14. Костюк В.Н. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий. - Л.: Химия, 1990.
15. Ксенофонтов Б. С. Очистка сточных вод: Флотация и сгущение осадков.- М.: Химия, 1992. –144 с.
16. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология.- Л.: Изд-во МГУИЭ, - 2000. - 504 с.
17. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков/ Под ред. В.Н. Соколова.- М.: Стройиздат, 1992.
18. Пааль Л. Л., Кару Я. Я., Мельдер Х. А. и др. Справочник по очистке природных и сточных вод. - М.: Высшая школа, 1994. –336 с.
19. Пономарев В. Г., Иоакимис Э. Г., Монгайт И. Л. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. - М.: Химия, 1985. –256 с.
20. Примеры и задачи по курсу «Машины и аппараты химических производств»/ Под ред. В.М. Ульянова. Изд-во Н.Новгород, НГТУ, 2003. — 356 с.
21. Проблемы развития безотходных производств/ Б.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков, В.Н. Сенин.- М.: Стройиздат, 1985.
22. Процессы и аппараты химической технологии: Справочник. Т. 2. /Под ред. А.М. Кутепова. -М.: Логос, — 2001. — 600 с.
23. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. -Калуга: Изд. Н. Бочкаревой, 2000. — 800 с.
24. СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения"
25. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий /Под ред. В.Н. Самохина. Изд. 2-е. - М.: Стройиздат, 1981.-639с.
26. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник: В 3 т.- Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. —1021с.
27. Тимонин А.С. Основы расчета и конструирования химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. В 3 томах. Т. 2. Изд. 2-е.- Калуга. Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. — 996 с.
28. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 1979.

Левашов Сергей Петрович

СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ГИДРОСФЕРЫ

Программа, методические указания и задания к выполнению
контрольной работы для студентов заочной формы обучения
специальности 280101

Редактор - Н.М.Кокина

Подписано в печать	Формат 80 64 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл.печ. л. 0,75	Уч. изд. л. 0,75
Заказ	Тираж 150	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.