



СТРОИТЕЛЬСТВО

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКА ОСАДКОВ

Лабораторный практикум



Министерство образования и науки Российской Федерации

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКА ОСАДКОВ

Лабораторный практикум

Москва 2016

УДК 628.3
ББК 38.761.2
О-94

Авторы:

Е.В. Алексеев, Е.С. Гогина, С.Е. Алексеев, Ю.В. Байнова

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В.И. Баженов*,
исполнительный директор ЗАО «Водоснабжение и водоотведение»;
кандидат технических наук *К.И. Чижиж*,
доцент кафедры водоотведения и водной экологии НИУ МГСУ

О-94 Очистка сточных вод и обработка осадков : лабораторный практикум / [Е.В. Алексеев, Е.С. Гогина, С.Е. Алексеев, Ю.В. Байнова]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2016. 72 с.

ISBN 978-5-7264-1401-0

Рассмотрены общие методические вопросы проведения лабораторных занятий. Описаны методы и приборы аналитического контроля воды, лабораторные установки для изучения процессов и сооружений очистки сточных вод и обработки осадков. Даны методики работы с приборами и проведения опытов, приведены рекомендации по обобщению и анализу полученных результатов.

Для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, и студентов магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство.

УДК 628.3
ББК 38.761.2

ISBN 978-5-7264-1401-0

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Для подготовки студентов, обучающихся по направлениям 08.03.01 Строительство и 08.04.01 Строительство, эффективность освоения теоретических учебных дисциплин в значительной мере зависит от содержания и постановки лабораторного практикума.

Хорошо поставленный лабораторный практикум позволяет воспитать у будущего работника правильное понимание взаимосвязи научной гипотезы или закона с опытом, с практическим использованием результатов, закрепить его теоретические знания и лучше подготовить к практической деятельности.

Состав лабораторного практикума основан на многолетнем опыте проведения занятий в учебно-лабораторном комплексе кафедры водоотведения и водной экологии НИУ МГСУ, имеющем научную направленность в области физико-химических и биохимических процессов очистки сточных вод. Лаборатории, оснащенные действующими экспериментальными установками (моделями) и комплексной приборно-аналитической базой, дают студентам возможность практически изучить сущность технологических процессов, конструкции сооружений и аппаратов, а также определить важнейшие характеристики и установить факторы, влияющие на производительность и эффективность очистных сооружений и оборудования. Таким образом, в период лабораторных занятий студенты не только знакомятся с практическим приложением курса, но и приобретают навыки научных исследований.

Лабораторный практикум состоит из трех циклов лабораторных работ. Первый цикл «Методы контроля качества воды и приборы для его осуществления» ориентирован на подготовку студентов в части изучения методов и оборудования для анализа состава воды, обучение практическим навыкам определения показателей хода процессов и оценки их эффективности в последующих лабораторных работах.

Как самостоятельный этот цикл предназначен для студентов обучающихся по программе магистратуры «Водоснабжение и водоотведение городов и промышленных предприятий» в части научно-исследовательской практики и научно-исследовательской работы.

Второй цикл «Методы и аппараты для очистки сточных вод» включает лабораторные работы, выполняемые в соответствии с опорными разделами дисциплин «Очистка сточных вод» и «Инженерная водная экология и реконструкция систем водоотведения», а также «Очистные сооружения водоотведения», «Технология очистки сточных вод» и «Процессы очистки сточных вод».

Третий цикл «Свойства осадков сточных вод и методы их обезвоживания» необходим для всех дисциплин по водоотведению и очистке сточных вод.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические принципы проведения лабораторного практикума по очистке сточных вод и обработке осадков определяются задачами, которые стоят перед будущими работниками в области водоснабжения и водоотведения. При проведении лабораторных работ студенты приобретают навыки управления технологическими процессами очистки сточных вод и обработки осадков, технологического контроля и оценки результатов, полученных непосредственно из опыта. При этом предполагается, что знания, приобретенные в лаборатории, студенты в дальнейшем углубят в период прохождения производственных практик на действующих очистных сооружениях и в научно-исследовательских организациях.

Особое внимание студентов должно быть направлено на изучение физических, физико-химических и биологических основ процессов, протекающих в сооружениях и аппаратах. Перед началом лабораторного практикума студентам полезно выполнить рефераты по темам, раскрывающим сущность изучаемых методов и устройств, изучаемых в лаборатории.

Перед началом каждой лабораторной работы студенты должны четко представлять ее цель, усвоить теоретические основы протекающих в установке процессов и определить порядок проведения опытов. Все записи в процессе проведения работ, расчеты, таблицы опытных данных, графики должны заноситься в специальную тетрадь.

Лабораторные установки просты, они обеспечивают максимальную наглядность изучаемого явления. Поэтому модели сооружений и аппаратов выполнены из прозрачных материалов или имеют смотровые окна.

С целью получения достоверных данных о ходе технологических процессов рекомендуется оснащать действующие модели электронной измерительной аппаратурой.

Отчет о выполнении лабораторных работ студент должен, по возможности, составить в лаборатории, при этом обеспечивается необходимый контроль за самостоятельностью и организованностью его работы. Следует обратить внимание на содержание выводов, сделанных по результатам экспериментов, которые, наряду с констатацией конкретных результатов, должны содержать их технологический или технический анализ и оценку.

Без разрешения преподавателя студентам категорически запрещается включать приборы и пускать экспериментальные установки. О всех замеченных неполадках и неисправностях студенты обязаны немедленно сообщать преподавателю или лаборанту.

I. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Лабораторная работа 1

рН-МЕТРИЯ

Потенциометрические методы анализа основаны на измерениях потенциала индикаторного электрода, который зависит от состава исследуемой системы. Специальные конструкции референтных и индикаторных электродов позволяют с высокой точностью измерять электродные потенциалы, обусловленные наличием в исследуемых системах искомых компонентов.

Величина рН — это отрицательный логарифм молярной концентрации ионов водорода в водной фазе. Метод рН-метрии является одним из видов потенциометрического метода анализа. В данном случае используется электродная пара, состоящая из хлорсеребряного или насыщенного каломельного электрода в качестве референтного и стеклянного электрода в качестве индикаторного. Потенциометр, имеющий шкалу, отградуированную в единицах рН, называется рН-метром.

Величина рН — одна из наиболее важных характеристик состава воды. Измерение этой величины выполняется при проведении санитарно-химического анализа воды, для контроля дозирования реагентов, определения стабильности воды и многих других целей.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — изучение приемов работы на рН-метре.

ЗАДАЧИ ОПЫТОВ:

1. Построение кривой потенциометрического титрования водного раствора коагулянта.
2. Определение областей рН изменения дисперсного состава смеси.

Состав экспериментального оборудования

рН-метр (рис. 1.1), магнитная мешалка — 1 шт.

Посуда: цилиндр для разведения 100 мл — 1 шт.; стакан для исследуемого раствора 250 мл — 1 шт.; воронка — 1 шт.; бюретка для титрования 25 мл — 1 шт.



Рис. 1.1. Внешний вид экспериментального оборудования:
1 — рН-метр; 2 — измерительная ячейка; 3 — магнитная мешалка

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

1. Приготовление рабочего раствора коагулянта.

Концентрат коагулянта 1 г/л по иону металла. Рабочий раствор коагулянта (100 мг/л по иону) готовится разведением концентрата 1 : 10. Для этого 10 мл концентрированного раствора помещают в цилиндр на 100 мл и доводят до метки дистиллированной водой.

2. Раствор щелочи 0,1N NaOH.

Для приготовления деци-нормального раствора щелочи взвешивают на техно-химических весах 4 г NaOH, переносят в мерную емкость на 1 л и доливают дистиллированную воду до метки.

3. Приготовление исследуемого раствора.

В мерный стакан на 250 мл помещают 100 мл водопроводной воды и необходимое количество рабочего раствора коагулянта (концентрация коагулянта задается преподавателем).

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Стакан с исследуемым раствором устанавливается на магнитную мешалку так, чтобы электроды рН-метра не касались дна или стенок ста-

кана и ротора мешалки. Затем устанавливается бюретка с раствором щелочи. Производится измерение величины рН при медленном вращении ротора до введения щелочи. Последующие замеры величины рН производятся при добавлении щелочи. Объем раствора NaOH и соответствующее ему значение рН заносятся в табл. 1.1. Титрование рекомендуется провести до значения рН = 12,0.

Таблица 1.1

Зависимость величины рН раствора от объема введенного раствора NaOH

Объем NaOH, мл								
Величина рН								
Состояние р-ра								

Используя данные табл. 1.1, строят график зависимости $pH = f(V_{щ})$ и отмечают на поле графика области изменения дисперсного состояния смеси.

Лабораторная работа 2

ИОНОМЕТРИЯ

Ионометрия — это определение содержания ионов в воде потенциометрическим методом. Метод основан на измерении потенциала электродной пары, образованной индикаторным и референтным электродами. Особенностью метода является применение в качестве индикаторного электрода специального, реагирующего только на определенный ион. Такие электроды называются *ионоселективными*. Область определяемых концентраций ионометрией обычно лежит в пределах от 10^{-6} до 10^{-1} М X-иона. В качестве измерительного прибора может быть использован любой тип милливольтметров со входным сопротивлением не менее 1 МОм. Милливольтметр, градуированный в единицах отрицательного логарифма молярной концентрации, называется рХ-метром, или ионометром.

Метод ионометрии применяется в аналитической практике для прямого определения ионов или в качестве индикаторного при титрационном определении. Ионометры широко используются в составе аппаратуры контроля и управления физико-химическими, химическими и биохимическими технологическими процессами, а также в научных исследованиях.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
Общие методические положения	4
I. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ	5
Лабораторная работа 1. рН-метрия	5
Лабораторная работа 2. Ионметрия	7
Лабораторная работа 3. Фотометрия	10
Лабораторная работа 4. Нефелометрия	12
Лабораторная работа 5. Турбидиметрия	15
Лабораторная работа 6. Кондуктометрия	17
Лабораторная работа 7. Определение содержания взвешенных веществ в воде	20
II. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	22
Лабораторная работа 8. Изучение закономерностей осаждения дисперсных загрязняющих веществ на модели отстойника	22
Лабораторная работа 9. Определение основных технологических характеристик аэротенка	26
Лабораторная работа 10. Определение эффекта работы биологического фильтра	30
Лабораторная работа 11. Определение периода контакта сточной воды с биопленкой в биофильтре	33
Лабораторная работа 12. Изучение метода реагентного коагулирования	35
Лабораторная работа 13. Метод электрокоагулирования	38
Лабораторная работа 14. Определение сорбционных свойств твердых сорбентов	42
Лабораторная работа 15. Изучение работы напорного фильтра	45
Лабораторная работа 16. Изучение показателей диспергированной газовой фазы	49
Лабораторная работа 17. Изучение метода пенного фракционирования	54
Лабораторная работа 18. Изучение метода озонирования	58
III. СВОЙСТВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И МЕТОДЫ ИХ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ	63
Лабораторная работа 19. Свойства осадков сточных вод	63
Лабораторная работа 20. Обезвоживание осадка центрифугированием	67
Библиографический список	70

Учебное издание

Алексеев Евгений Валерьевич, **Гогина** Елена Сергеевна,
Алексеев Станислав Евгеньевич и др.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКА ОСАДКОВ

Редактор *Н.А. Котова*

Компьютерная правка, верстка *О.В. Суховой*

Дизайн обложки *Д.Л. Разумного*

Подписано в печать 15.09.2016. И-39. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 4,2. Тираж 150 экз. Заказ 194

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет».

129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ—МГСУ.

Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.

E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ—МГСУ.

Тел. (499) 183-91-90, (499) 183-67-92, (499) 183-91-44