

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

СОДЕРЖАНИЕ

Тема лабораторных работ
Тема: Физико-химическая очистка сточных вод
Работа №1 Изучение метода реагентного коагулирования
Работа №2 Определение сорбционных свойств твердых сорбентов

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Перед началом каждой лабораторной работы обучающиеся 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.

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.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Изучение метода реагентного коагулирования

ЦЕЛЬ РАБОТЫ - изучение основных процессов метода коагулирования.

ЗАДАЧИ ОПЫТОВ:

1. Построение калибровочной кривой для определения красителей.
2. Определение удельной нагрузки на ион металла по красителю.
3. Определение эффективности удаления красителя.

Состав экспериментального оборудования

Лабораторный флокулятор, рН-метр, фотоэлектроколориметр.

Посуда: колбы для коагулирования 150 мл - 6 шт., цилиндры для калибровочной кривой 100 мл - 8 шт., цилиндры для фильтрата 25 мл - 6 шт, цилиндр для разведения 100 мл -1 шт; колба для исследуемого раствора 1000 мл - 1 шт; воронки - 6 шт., пипетки 5,0; 10,0 мл по 1 шт; бюретки для титрования 25 мл - 2 шт., бумажные фильтры.



Рис. 1.1. Лабораторный флокулятор:

1 – блок управления мешалками; 2 – мешалки; 3 – место для сосудов с исследуемой водой.

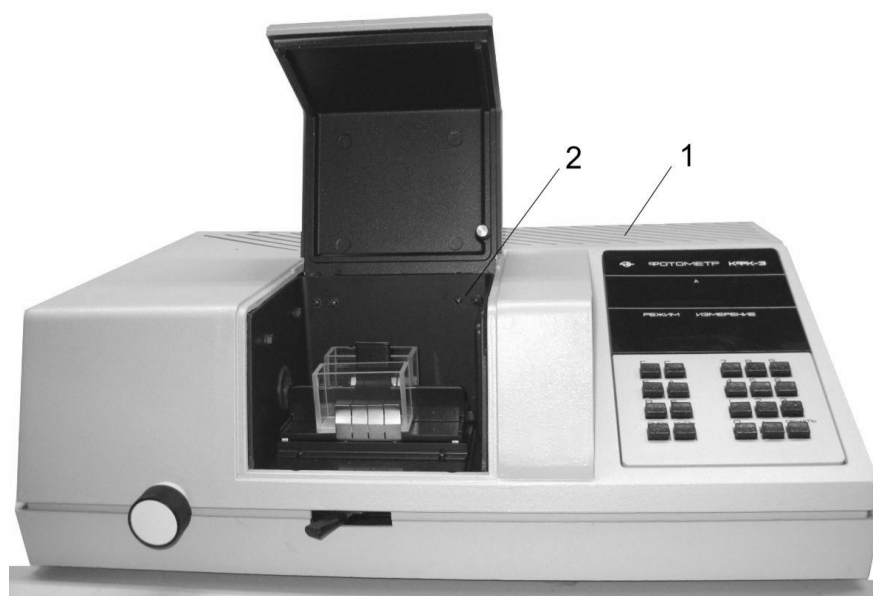


Рис. 1.2. Фотозлектроколориметр КФК-3:

1 – блок управления и индикации; 2 – отделение для фотометрических кювет.



Рис.1.3. pH-метр:

1 – измерительный прибор (pH-метр); 2 – измерительная ячейка; 3 – магнитная мешалка.

Приготовление растворов

1. Приготовление исходного и исследуемого растворов красителя

Концентрация *исходного раствора красителя* - 1000 мг/л.

Для приготовления исследуемого раствора используют разведение рабочего раствора. Исходя из необходимого объема и заданной концентрации исследуемого раствора C_k , отбирают определенный объем рабочего раствора красителя и добавляют к нему разбавляющую воду до нужного объема.

Объем *исследуемого раствора* - 1000 мл. В мерную колбу объемом 1000 мл отбирают 50 мл рабочего раствора и доводят до метки. Концентрация *исследуемого раствора красителя* C_k - 50 мг/л.

2. Приготовление рабочего раствора коагулянта

Концентрат коагулянта (сернокислый алюминий или хлорное железо) – 10 г/л по иону металла. Рабочий раствор коагулянта (1,0 г/л по иону) готовится разведением концентрата 1:10. Для этого 20 мл концентрированного раствора помещают в цилиндр объемом 200 мл и доводят до метки дистиллированной водой.

Методика проведения опытов

Построение калибровочного графика

Перед началом измерения оптической плотности растворов красителя необходимо убедиться в соответствии оптических показателей выбранных кювет на дистиллированной воде.

Раствор красителя из состава "шкалы", имеющий концентрацию близкую к исследуемому раствору, помещается в измерительную кювету ФЭКа. Проводят измерения оптической плотности раствора для всех длин волн имеющихся светофильтров прибора. В качестве раствора сравнения используют дистиллированную воду. Результаты измерений заносят в табл. 1.1.

Используя данные табл. 1.1, строят график зависимости $D = f(\lambda)$. Оптимальная длина волны λ будет соответствовать $D_{\max}$.

Таблица 1.1

Зависимость оптической плотности D от длины волны λ

λ , нм							
D							

Измеряется оптическая плотность D каждого раствора "шкалы" при найденном по графику значении длины волны λ .

В качестве раствора сравнения при фотометрировании используют дистиллированную воду. Результаты измерений записывают в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

Зависимость оптической плотности D от концентрации красителя C_k

C_k , мг/л									
D									

Используя данные табл. 1.2, строят калибровочный график в координатах $D=f(C_k)$.

Экспериментальные исследования

В шесть стаканов №1 ... № 6 наливают по 100 мл *исследуемого раствора* красителя. Затем, добавляют рабочий раствор коагулянта по 5; 10; 20; 30; 40; 50 мл, что будет соответствовать его содержанию 5; 10; 20; 30; 40 и 50 мг/л соответственно.

Далее, в каждом стакане устанавливают значение $pH=7\pm0.5$, добавляя по каплям 0,1N раствор NaOH и контролируя исследуемый раствор по показаниям pH-метра.

После достижения заданного значения pH в первом стакане, исследуемый раствор устанавливают на лабораторный флокулятор и опускают мешалку. Процесс ведут при медленном перемешивании и отмечают время (частота вращения мешалок устанавливается предварительно). Аналогично поступают с остальными растворами. Период перемешивания каждого раствора - 15 мин. Отключение отдельных мешалок осуществляется последовательно, в соответствии со временем их включения.

Скоагулированные растворы фильтруют через бумажный фильтр. Фильтрат отбирают в количестве 15...20 мл, а затем фотометрируют. Полученные значения оптической плотности D заносят в таблицу. Кроме того, фотометрируют исходный исследуемый раствор N_0 . С помощью калибровочного графика определяют содержание красителя в исходном растворе и пробах. Значения S_k заносят в таблицу 1.3.

Определение удельной нагрузки на ион металла по красителю

Удельная нагрузка A_m , мг/мг, определяется как «снятая» концентрация удаляемого загрязнения на данном интервале доз иона металла и вычисляется по формуле:

$$A_m = (C_{k0} - C_{ki}) / C_{me_i}.$$

Результаты вычислений заносятся в таблицу.

Определение эффективности удаления красителя

Эффективность удаления красителя Ξ , %, определяется по формуле:

$$\Xi = 100(C_{K0} - C_{Ki}) / C_{K0}.$$

Результаты вычислений заносятся в таблицу.

Таблица 1.3

Экспериментальные и расчетные данные

N_i	0	1	2	3	4	5	6
D_i							
C_{Ki} , мг/мг							
C_{Mei} , мг/л							
A_m , мг/мг							
Ξ , %							

По данным таблицы строят и анализируют графики зависимостей:
 $C_{K0}=f(C_{Me})$; $\Xi=f(C_{Me})$; $A_m=f(C_K)$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение сорбционных свойств твердых сорбентов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ - изучение процесса статической сорбции органических примесей воды твердыми сорбентами.

ЗАДАЧИ ОПЫТОВ:

1. Построение калибровочной кривой для определения красителей.
2. Определение сорбционной емкости активированного угля по органическому красителю.
3. Сравнение адсорбционных свойств разных типов углей.
4. Построение графика изотермы сорбции и определение коэффициентов уравнения Лэнгмюра.

Состав экспериментального оборудования

Фотоэлектроколориметр, встряхиватель растворов, центрифуга.

Посуда: цилиндр для исследуемого раствора 200 мл - 1 шт., цилиндры для калибровочной кривой 100 мл - 8 шт., колбы круглые для растворов 100 мл - 5 шт., колбы конические для сорбции 100мл - 5 шт., пробирка для отбора угля 5.0 мл - 1 шт., цилиндры для фугата 25 мл - 5 шт.



Рис. 1.4. Лабораторная центрифуга:
1 – ротор; 2 – блок управления.

Приготовление рабочих растворов и материалов

1. Приготовление исходного раствора красителя

Навеску исследуемого красителя массой 1.00 г растворяют в дистиллированной воде, объем раствора доводят до 1000 мл.

2. Подготовка образца угля

Навеска исследуемого образца угля массой 20,0 г помещается в колбу и промывается дистиллированной водой несколько раз. Промытый уголь переносится в измерительную пробирку с некоторым избытком воды, которая затем удаляется.

Методика проведения опытов

Построение калибровочного графика

Методика построения калибровочного графика приведена в лабораторной работе 1. График рекомендуется построить для интервала концентраций красителя от 1 до 100 мг/л.

Определение сорбционной емкости активированного угля

Для исследования берут 5 круглых колб объемом 100 мл, в которых приготавливают следующие концентрации раствора красителя: 5,0; 10,0; 20,0; 50,0 и 100,0 мг/л. Для этого в каждую колбу вносят соответственно: 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 и 10,0 мл исходного раствора красителя и доводят объем до 100 мл дистиллированной водой. Значения концентраций раствора записывают в табл. 2.2.

Из приготовленных растворов отбирают по 25 мл и переносят в конические колбы на 100 мл. Далее в колбы вносят по _____ мл мокрого угля.

В соответствии с выбранной маркой угля, пользуясь данными табл. 2.1, по приведенной ниже формуле определяют массу сухого угля, эквивалентную внесенному объему. Эти данные также записывают в табл. 2.2.

Подготовленные образцы раствора закрывают пробками и взбалтывают на встряхивателе 30 мин. После взбалтывания угольную суспензию переносят в пробирки для центрифугирования и центрифугируют 5 мин. Затем осторожно отбирают пипеткой 5...10 мл фугата и определяют его оптическую плотность. Если оптическая плотность фугата превышает 0,8, то используют разведение его дистиллированной водой. Для этого 5,0 мл фугата помещают в мерную колбу 25 или 50 мл и доводят объем до метки. Таким образом, получается разбавление в 5 или 10 раз. По калибровочному графику определяют концентрацию красителя в фугате.

Адсорбционную емкость угля A_m , мг/мг, определяют по формуле:

$$A_m = k(C_{o_i} - C_i) V / M_c,$$

где C_{o_i} - исходная концентрация красителя, мг/л; C_i - концентрация красителя в фугате, мг/л;

M_c - масса навески сухого активированного угля, мг; V - объем исследуемого раствора, взятого для опыта, л; k - кратность разбавления фугата при фотометрировании.

Масса угля по сухому веществу M_c , мг, взятого для опыта определяется по формуле:

$$M_c = M_v \cdot V_c,$$

где M_v - относительный вес мокрого угля, мг/мл; V_c - объем мокрого угля, взятый для опыта, мл.

Таблица 2.1.

Масса сухого угля в мг, соответствующая объему 1,0 мл мокрого угля

Марка угля	АГ-3	СКТ-6а	ТЛ-830	Е-300
M_v , мг/мл	369.2	239.9	376.9	425.7

Эффективность очистки воды $\mathcal{E}_i$, %, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_i = 100(C_{o_i} - C_i) / C_{o_i}.$$

Таблица 2.2.

Экспериментальные и расчетные данные

Условия опыта	Сорбент: _____; Сорбат: _____; Mc= ____; V= ____.						
Ni							
Co, мг/л							
Сi, мг/л							
Ami, мг/мг							
Э, %							

По данным табл. 2.2 строят и анализируют графическую зависимость изотермы: $Am_i=f(C_i)$ и эффекта сорбции: $Э_i=f(Co_i)$.

Также необходимо построить график зависимости $Am_i/C_i = f(C_i)$, по которому определяются константы уравнения изотермы Лэнгмюра вида:

$$Am_i = A_{\infty} \frac{K \cdot C_i}{1 + K \cdot C_i}$$