

# **Физическая химия дорожно-строительных материалов**

Методические указания к лабораторным работам  
по дисциплине  
**«Физическая химия дорожно-строительных материалов»**

Составитель:

**А.В. ВИХРЕВ**

Владимир 2016

УДК 544.691

Рецензент  
Кандидат технических наук, доцент  
Владимирского государственного университета  
*Э.Ф. Семехин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Владимирского государственного университета

**Физическая химия:** Метод. указания к лабораторным работам "Физическая химия дорожно-строительных материалов" /Владим. гос. ун-т; Сост.: А.В. Вихрев. Владимир, 2016. 10 с.

Содержит работы позволяющие рассмотреть основы физико-химических процессов которые могут происходить при изготовлении и последующем использовании дорожно-строительных материалов.

Предназначены для студентов специальности подготовки 08.05.02 – «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей», специализация подготовки – «Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие автомобильных дорог» заочной формы обучения.

Табл. 5, Библиогр.: 10 назв.

УДК 544.691

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Приступая к работам, студент должен ясно представлять конкретный результат, теоретическую и практическую значимость принимаемых в курсовой работе решений. Лабораторные работы выполняются на основании специальных заданий, выдаваемых каждому студенту.

### Лабораторная работа № 1

#### Построение графиков осветления в зависимости от вида и дозы коагулянта

**Цель работы:** построить графики осветления в зависимости от дозы и вида реагента, используя данные лабораторных исследований, представленных в табл. 2 и 3.

**Исходные данные:** данные лабораторных исследований воды методами коагулирования.

#### Выполнение работы:

Лабораторные исследования проводились на модельной воде и на воде р. Клязьма методом пробного коагулирования по известной методике. Для определения оптимального соотношения доз реагентов и порядка их ввода в смеситель было поставлено несколько параллельных опытов. При выборе величины соотношения доз реагентов учитывали данные теоретических расчетов. Максимальную величину соотношения доз реагентов принимали несколько больше максимальной расчетной. Минимальную величину соотношения доз реагентов принимали меньше минимальной расчетной. Для каждой величины соотношения доз реагентов использовали три варианта ввода реагентов в исходную воду. В первом варианте в исходную воду сначала вводили СА, затем, после интенсивного перемешивания – ГАН. Во втором варианте предусматривали обратный порядок ввода реагентов. В третьем варианте осуществляли одновременный ввод реагентов в исходную воду. Для выявления кинетики осаждения взвеси с помощью сифона отбирали пробы осветляемой воды через 5, 10, 15, 20, 30 и 40 мин, соответственно от начала отстаивания воды. Высота отбора проб оставалась постоянной в течение всего опыта. Через 40 минут в отстоенной воде и фильтрате определяли рН и щелочность. Воду фильтровали через фильтрующую колонку, загруженную кварцевым песком (фракция 0,7-0,8 мм), высота слоя - 0,7 м. Скорость фильтрования 5 м/ч. Модельная вода имела следующие показатели: мутность - 190 мг/дм<sup>3</sup>; щелочность – 3,6 мг-экв/дм<sup>3</sup>; рН – 7,65; концентрация растворенного алюминия (Al<sup>3+</sup>) – 0,08 мг/дм<sup>3</sup>; температура 14,1 С°. Соотношение доз реагентов приведено в табл.1.

## Дозы и соотношение доз реагентов сульфата алюминия и ГАН (СА: ГАН)

таблица 1

Доза реагента по				Соотношение доз реагентов (СА : ГАН), по $Al_2O_3$
товарному продукту, мг/дм <sup>3</sup>		$Al_2O_3$ , мг-дм <sup>3</sup> *		
СА	ГАН	СА	ГАН	
65,7	3,4	9,8	1,2	8,0:1
63,75	4,28	9,5	1,5	6,3:1
55,36	7,85	8,25	2,75	3,0:1
52,34	9,14	7,8	3,2	2,44:1
35,57	16,28	5,3	5,7	0,92:1

- содержание  $Al_2O_3$  в сульфате алюминия 14,9 %, содержание  $Al_2O_3$  в ГАН – 35 %. Общая доза, принятая по  $Al_2O_3$ , составляет 11 мг/дм<sup>3</sup>

Результаты лабораторных исследований на модельной воде

таблица 2

Соотношение доз реагентов по $Al_2O_3$ (СА:ГАН)	Мутность, мг/дм <sup>3</sup>		
	СА+ГАН	ГАН+СА	ГАН и СА
8,0:1	55	30,6	54,5
	17,5	17,7	32,6
	7,3	8,3	20,9
	4,0	4,7	18,0
	3,6	3,4	13,8
	3,15	3,0	12,0
6,3:1	27,0	26,0	70,1
	9,25	9,0	34,4
	3,85	4,0	24,0
	2,45	3,3	16,0
	2,20	2,07	10,8
	2,00	1,90	9,0
3,0:1	20,4	18,9	51,7
	6,61	5,51	29,0
	3,24	3,0	19,05
	2,05	2,0	12,7
	1,08	1,01	8,2
	0,95	0,9	7,0
2,44:1	17,0	15,0	46
	6,6	4,9	9,19
	2,95	2,5	6,55
	2,01	1,8	4,6
	0,95	0,8	4,4
	0,4	0,2	4,2
0,92:1	48,0	50,0	55,0
	18,3	18,0	26,0
	18,0	18,0	20,0
	16,5	17,3	18,5
	15,0	18,0	17,0

## Результаты пробного коагулирования воды р. Клязьма

таблица 3

Мутность исходной воды, мг/дм <sup>3</sup>	Доза СА по Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Доза ГАН по Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Соотношение доз СА:ГАН	Мутность осветленной воды, мг/дм <sup>3</sup>	
				СА+ГАН	ГАН+СА
45	7,13	2,1	3,4:1	32	28,5
				16,5	14,0
				9,2	5,64
				6,1	5,32
45	7,13	3,5	2,6:1	32	34
				14,5	16
				6,3	-
				4,4	2,63
40	7,13	3,5	2,1:1	32,1	31,1
				13,5	13,0
				5,16	4,45
				3,5	2,6
45			1,6:1	39,1	38
				20,08	20,9
				10,0	10,0
				7,5	7,1

В работе необходимо построить графики осветления в зависимости от дозы и вида реагента, используя данные лабораторных исследований, представленных в табл. 2 и 3.

## Лабораторная работа № 2

### Расчет $\xi$ -потенциала природной взвеси в зависимости от вида и дозы коагулянта

**Цель работы:** определения дзета-потенциала

**Исходные данные:** результаты испытаний воды р. Клязьма

**Выполнение работы:**

Для определения дзета-потенциала (ДП) отбирали пробу воды после смешения с коагулянтом в объеме 25-30 мл. Измерение ДП частиц проводили в исходной воде предварительно перед вводом коагулянтов и в обработанной коагулянтами воде. Для определения ДП экспериментально измеряли скорость перемещения заряженных частиц дисперсионной фазы в электрическом поле, так как величина ДП связана с электрофоретической подвижностью частиц по формуле Гельмгольца – Смолуховского:

$$\xi = \frac{4\pi\eta LU \cdot 300^2}{\varepsilon E},$$

где  $\xi$  - ДП дисперсионной фазы;  $\eta$  - динамическая вязкость дисперсионной среды;

L - расстояние между электродами;  $\varepsilon$  - абсолютная диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды; U – наблюдаемая под микроскопом электрофоретическая скорость движения частиц; E - разность потенциалов на электроде.

Используя данные лабораторных исследований (табл.4), рассчитать изменение дзета-потенциала природной взвеси в зависимости от вида и дозы коагулянта.

Значения остальных постоянных величин следующие:  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ ; L=30 см;

$\varepsilon = 81$ ; E= -15 В.

Результаты исследований влияния дозы коагулянтов и их соотношения на изменение электрофоретической скорости

Таблица 4

Дозы коагулянтов по $Al_2O_3$ , мг/дм <sup>3</sup>	Новый вариант (коагулянты ГАН и СА)		Базовый вариант (коагулянт СА)
	соотношение реагентов СА:ГАН по $Al_2O_3$	электрофоретическая скорость движения частиц $U$ , см/с	электрофоретическая скорость движения частиц $U$ , см/с
2,5	3:1	0,1184	0,1333
	2,7:1	0,0977	
3,3	4:1	0,1209	0,1062
	3:1	0,0657	
	2,7:1	0,0320	
5,0	3:1	0,0190	0,0255
	2,7:1	0	

Окончание табл. 4

4,0	3,5:1	0,1114	0,1276
	2,7:1	0,935	
6,0	3:1	0,0895	0,0819
	2,7:1	0,0748	
8,0	3,5:1	0,0699	0,0674
	2,7:1	0,0619	

В работе необходимо определить дзета-потенциал



## Лабораторная работа № 3

### Определение электрического потенциала

**Цель работы:** определить электронные потенциалы

**Исходные данные:** характеристики глинистого грунта

**Выполнение работы:**

Электрокинетический потенциал ( $\xi$ -потенциал) определяется по формуле:

$$\xi = \frac{v\eta\chi_v}{I\varepsilon\varepsilon_0},$$

где  $v$  – объемная скорость;

$\eta$  – вязкость жидкости;

$\chi_v$  – удельная электрическая проводимость жидкости;

$\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость;

$\varepsilon_0$  – электрическая константа, равная  $8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;

$I$  – сила тока.

При расчете  $\xi$  поверхностная проводимость учитывается введением в уравнение коэффициента эффективности диафрагмы  $\alpha$ :

$$\xi_s = \xi_v \alpha,$$

где

$$\alpha = \frac{\chi_v + \chi_s}{\chi_v}.$$

Потенциал течения выражается следующим уравнением:

$$U_{\text{теч}} = \frac{\xi\varepsilon\varepsilon_0 p}{\eta\chi_v\alpha},$$

где  $p$  – давление, вызывающее течение жидкости.

Между потенциалом седиментации и электрокинетическим потенциалом существует следующая связь:

$$U_{\text{сед}} = \frac{\xi\varepsilon\varepsilon_0 \varphi (\rho - \rho_0) g}{\eta\chi_v},$$

где  $\varphi$  – объемная доля дисперсной фазы, равная для сферических частиц

радиуса  $a$   $\frac{4}{3} \pi a^3 n$ ;

$n$  – число частиц в единице объема;

$\rho$  и  $\rho_0$  – плотность дисперсной фазы и дисперсионной среды;

$g$  – ускорение свободного падения.

1-й вариант.

Рассчитать  $\xi$ -потенциал и построить график зависимости от диаметра

пор диафрагмы из частиц глины в растворе хлорида натрия без учёта поверхностной проводимости по следующим данным:

$d \cdot 10^6, \text{ м}$	$v \cdot 10^8, \text{ м}$	$\chi_s \cdot 10^2, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{ м}^{-1}$	$d \cdot 10^6, \text{ м}$	$v \cdot 10^8, \text{ м}$	$\chi_s \cdot 10^2, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{ м}^{-1}$
2	1,2	1,65	30	1,8	0,27
6	1,4	1,07	75	1,9	0,120
15	1,6	0,67	100	2,0	0

$$\chi_v = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{ м}^{-1}; I = 1,2 \cdot 10 \text{ А}^{-2}; \varepsilon = 81; \eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{ с}.$$

#### Задача 2

Построить график зависимости потенциала течения от давления для кварцевой диафрагмы в растворе хлорида натрия по следующим данным: давление, в кПа:

$$\text{а) } 7,5 \cdot 10^3; \text{ б) } 15 \cdot 10^3; \text{ в) } 22,5 \cdot 10^3; \text{ г) } 30 \cdot 10^3; \text{ д) } 37,5 \cdot 10^3; \zeta = 60 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{В}; \varepsilon = 81; \eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{ с}; \chi_v = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{ м}^{-1}; \alpha = 1,5.$$

В работе необходимо определить электронные потенциалы

#### Список литературы:

1. Зарубин Д.П. Физическая химия: учеб. пособие / Д.П. Зарубин. — М.: ИНФРА-М, 2015. - 474 с.
2. Химия вяжущих материалов и бетонов. Справочник [Электронный ресурс]: Учебное пособие: Учебное пособие / Плотников В.В. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 400 с.
3. Бетонведение [Электронный ресурс]: Учебник / Баженов Ю.М. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 144 с.
4. Физика среды [Электронный ресурс]: Учебник / Соловьев А.К. - М.: Издательство АСВ, 2015. - 352 с.
5. Микроцементы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Панченко А.И., Харченко И.Я., Алексеев С.В. - М.: Издательство АСВ, 2014. - 86 с.
6. Испытание и исследование строительных материалов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Юдина Л.В. - М.: Издательство АСВ, 2010. - 232 с.
7. Химия в строительстве [Электронный ресурс]: Учебник для вузов / Сидоров В.И., Агасян Э.П., Никифорова Т.П. и др. - М.: Издательство АСВ, 2010. - 344 с.
8. Оробец, В.А. Радиоэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Оробец, О.А. Рыбальченко. - Ставрополь: АГРУС, 2007. - 204 с.

9. Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009. - 336 с.
10. Лабораторные определения свойств строительных материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Белов В.В., Петропавловская В.Б., Шлапаков Ю.А. - М.: Издательство АСВ, 2008. - 200 с.