

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

А.В. КУЗНЕЦОВА

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ КОНДУКТОМЕТРОВ

Лабораторная работа № 17

Методическое пособие
по курсам:
«Метрология, стандартизация и сертификация»,
«Технические измерения и приборы»

для студентов, обучающихся по направлению
«Теплоэнергетика»

Под редакцией Г.М.Ивановой

УДК
621.1.
К 891

Утверждено учебным управлением МЭИ (ТУ)

Подготовлено на кафедре автоматизированных систем управления тепловыми процессами

Рецензенты: докт. техн. наук, профессор А.В.Андрюшин,

Кузнецова А.В.

К 891 Изучение электродных кондуктометров.

Лабораторная работа № 17:

методическое пособие/ А.В.Кузнецова; под ред. Г.М. Ивановой.-

М.: Издательский дом МЭИ, 2009.-8с

Посвящена изучению методов измерения электропроводности растворов. При выполнении лабораторной работы студенты знакомятся с первичными преобразователями кондуктометров и вторичными приборами, приобретают навыки работы с ними.

Продолжительность лабораторных занятий – 4 часа.

Предназначено для студентов ИТАЭ, ИПЭЭФ, ЭнМИ, ФЕСТО.

Учебное издание

Кузнецова Анна Викторовна

Изучение электродных кондуктометров

Лабораторная работа № 17

Методическое пособие по курсам:
«Метрология, стандартизация и сертификация»,
«Технические измерения и приборы»
для студентов, обучающихся по направлению
«Теплоэнергетика»

Редактор издательства

Темплан издания МЭИ 2009 (), учебн. Подписано в печать
Печать офсетная Формат 60х84/16 Физ.печ. л. 0,5 Тираж 100 экз Изд. №
Заказ

Издательство МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., д.14.
Отпечатано в ООО «Типография-Н», 141292, Московской обл.,
г. Красноармейск, просп. Испытателей, д.25/2

1. НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ

Целью работы является закрепление теоретических знаний студентов по разделу «Измерение состава растворов. Кондуктометры».

В процессе выполнения работы студент должен:

1. Ознакомиться с электродными преобразователями кондуктометров, измерительными преобразователями и вторичными приборами.

2. Изучить правила установки первичных преобразователей, требования к устройству подготовки пробы.

3. Ознакомиться со способами представления результатов измерений электропроводности приборами, предназначенными для ее измерения, а также солесодержания и концентрации. Лабораторная работа выполняется на стендах 17.1 и 17.2. Для стенда 17.2 данные даются в скобках.

К работе можно приступать после проработки настоящего руководства, изучения устройства приборов и п.17.1-17.4 учебника Ивановой Г.М., Кузнецова Н.Д., Чистякова В.С. «Теплотехнические измерения и приборы».

2-е изд. М.: Изд. МЭИ. 2005 г.

2. ЗАДАНИЕ

1. Изучить методы измерения электропроводности, ознакомиться с устройством первичных преобразователей и вторичных приборов.

2. Ознакомиться со схемой установки, размещением приборов на лабораторном стенде, обязательной формой протокола.

3. Провести работу в следующей последовательности.

3.1. Подготовить кондуктометр и другие приборы к работе.

3.2. Установить сопротивление термокомпенсатора, соответствующее температуре 25°C . Определить погрешность преобразователя и измерительного комплекта при нормальных условиях, используя рассчитанные значения сопротивления электродного преобразователя при диапазоне изменения электропроводности 0-10 (0-200) мкСм/см. Первый диапазон имеет кондуктометр установленный на стенде 17.1, второй на стенде 17.2.

3.3. Определить погрешность температурной компенсации преобразователя при температуре раствора $(25 + 10)^{\circ}\text{C}$, используя рассчитанные значения как сопротивления электродного преобразователя R_{θ} для указанной температуры, так и термокомпенсатора R_t .

3.4. Сопоставить значения полученных погрешностей с пределом допускаемых основной и дополнительной погрешностей для кондуктометра.

4. Оформить отчет по проделанной работе, руководствуясь приведенными в Приложении 1 формами таблиц.

3. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

На рис.1 представлена схема лабораторной установки. Изучаемый кондуктометр автоматический КАЦ-037 состоит из блока электродного преобразователя и измерительного 1, к выходу которого подключен миллиамперметр 2 (ИРТ 1730 или ИРТ 5922).

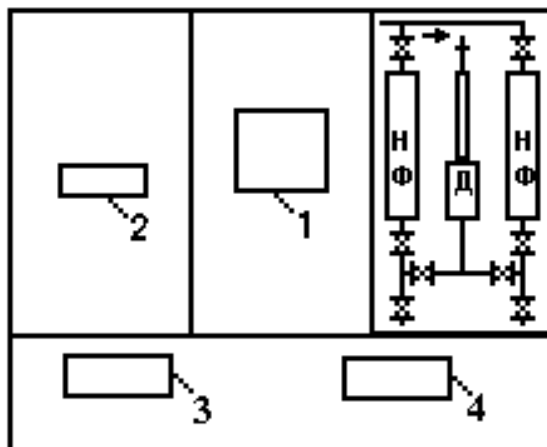


Рис.1. Схема лабораторного стенда

Поверка всего комплекта кондуктометра может производиться по контрольным растворам или образцовому кондуктометру. Отдельно поверка измерительного блока производится с помощью магазина сопротивлений, имитирующего электродный преобразователь. В данной работе выполняется этот вариант поверки. Магазины 3,4 используются соответственно для имитации электродного преобразователя и термопреобразователя сопротивления, используемого в приборе для введения поправки на температурные изменения электропроводности электродного преобразователя.

На рис. 1 показаны Н-катионитовые фильтры, установленные на стенде 17.2.

Схема соединений приборов стенда представлена на рис.2.

4. МЕТОДИКА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Для выполнения работы по пункту 3.1 необходимо рассчитать сопротивление электродного преобразователя, заполнив соответствующий столбец табл.1 Приложения 1.

Сопротивление электродного преобразователя $R_{\text{э}}$ (Ом) рассчитывается как

$$R_{\text{э}} = A/\alpha, \quad (1)$$

где A - постоянная. На стенде 17.1 $A = 0,2049 \text{ см}^{-1}$, диапазон изменения α

составляет 0 - 10 мкСм/см, ему соответствует изменение выходного тока 0-5 мА. На стенде $17.2 \text{ А} = 0,1981 \text{ см}^{-1}$, диапазон изменения α составляет 0 - 200 мкСм/см, ему соответствует изменение выходного тока 4-20 мА.

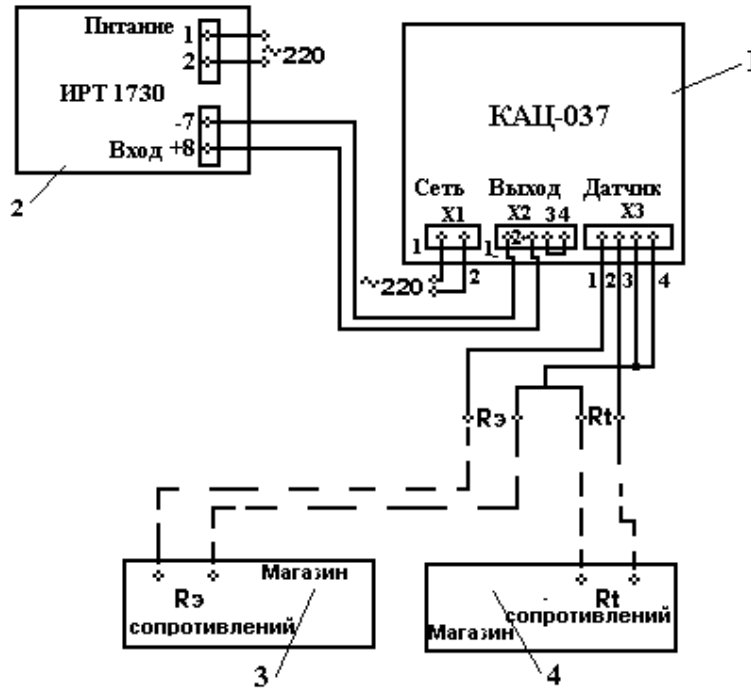


Рис.2. Схема соединения приборов

Сопротивление термокомпенсатора R_t (Ом) рассчитывается как

$$R_t = 1970 + 15,7(t - 25), \quad (2)$$

На магазинах сопротивлений 3;4 (рис.2) устанавливают сопротивление R_{α} , соответствующее электропроводности 2 мкСм/см (50 мкСм/см), и R_t , соответствующее сопротивлению термопреобразователя при температуре 25°C . Затем подается общее напряжение питания на стенд, тумблеры включения КАЦ и ИРТ находятся также на наклонной панели стенда.

4.2. Для выполнения работы по пункту 3.2 на магазине сопротивлений 3 устанавливается значение сопротивления R_{α} , соответствующее электропроводностям $\alpha_3 = 2;4;6;8;10(50;100;150;200)$ мкСм/см. Образцы протоколов для этого пункта задания приведены в Приложении 1. Снимаются показания цифровые измерительного блока $\alpha_{1,2}$ (табл.1) и миллиамперметра $I_{1,2}$ (табл.2) соответственно при прямом и обратном ходах.

При снятии показаний после изменений сопротивления R_{α} или R_t выдержка времени должна составлять не менее 1 минуты.

Погрешности кондуктометра $\Delta_{1,2}$ (мкСм/см) и комплекта с ИРТ $\Delta_{K1,2}$ (мА) при указанных электропроводностях определяются по показаниям как

$$\Delta_{1,2} = \alpha_{1,2} - \alpha_3, \quad \Delta_{K1,2} = I_{1,2} - I_p,$$

где α_3 -электропроводность, соответствующая значениям установленного R_3 , I_p - расчетное значение тока (мА), равное

$$I_p = I_n + \alpha_3 \cdot (I_k - I_n) / (\alpha_k - \alpha_n),$$

где I_k , I_n , α_k , α_n - соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерения кондуктометра и выходного токового сигнала. Вариация показаний КАЦ-037 Н (мкСм/см) определяется как

$$H = |\alpha_1 - \alpha_2|,$$

у комплекта H_k (мА) как

$$H_k = |I_1 - I_2|.$$

Основные погрешности Δ_{np} (мкСм/см) и вариация КАЦ-037 не должны превышать $\pm 1,5\%$ величины измеряемой электропроводности α , т.е

$$\Delta_{np} = \pm 1,5 \alpha / 100.$$

Для комплекта Δ_{npk} (мкСм/см) определяется как

$$\Delta_{npk} = \Delta_{np} + 0,2 \cdot D \alpha / 100.$$

4.3. При выполнении задания по пункту 3.3 необходимо как по (2) рассчитать значение сопротивления имитатора R_t при температуре 35°C , так и сопротивление электродного преобразователя $R_{\text{эт}}$ (Ом) при этой температуре как

$$R_{\text{эт}} = A / \{ \alpha_{25} \cdot [1 + 0,02(t - 25)] \}$$

Введите полученное значение в табл.3 Приложения 1.

Дополнительная температурная погрешность кондуктометра Δ_{tmp} (мкСм/см) при изменении температуры пробы на каждые десять градусов не должна превышать половины основной относительной погрешности, т.е. $\Delta_{tmp} = \pm 0,75 \alpha / 100$.

Эти погрешности рассчитываются для температуры 35°C как

$$\Delta_{tl} = \alpha_{35,1} - \alpha_1,$$

где α_1 , $\alpha_{35,1}$ -показания кондуктометра при нормальной температуре и 35°C при прямом ходе изменения электропроводности

5.ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Отчет по работе должен включать:

- 1.Краткое описание и принципиальную схему кондуктометра.
- 2.Протоколы поверки кондуктометра при нормальной температуре и ее повышении на 10°C
3. Анализ результатов испытаний.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1.Каковы теоретические основы контроля состава растворов по электропроводности?

- 2.Какие факторы влияют на показания кондуктометров?
3. Как осуществляется температурная компенсация электродного преобразователя?
4. Электродные и безэлектродные кондуктометры, какова область их применения, каково достоинство последних?
- 5.Как производится подготовка пробы для анализа электропроводности воды?
- 6.Каково назначение предвключенных Н-катионитовых фильтров?
- 7.Как производится поверка кондуктометров?

Приложение 1

Тип кондуктометра _____, пределы измерения _____, постоянная датчика _____, диапазон выходного токового сигнала _____,

Предел основной относительной погрешности _____,

Предел дополнительной температурной погрешности на 10 °С. _____,

Тип вторичного прибора _____, класс точности _____,

Тип образцового магазина _____, погрешность. _____.

Т а б л и ц а 1

Испытание КАЦ-037 при нормальных условиях, $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Rt =$ Ом						
Электро-провод-ность мкСм/ см	Сопро-тивлен. электро-дного блока, R_{Σ} кОм	Прямой ход		Обратный ход		Вариация показаний мкСм/см
		Показание. $\alpha_{1,}$ мкСм/см	Погрешность. Δ_1 мкСм/см	Показание $\alpha_{2,}$ мкСм/см	Погрешность Δ_2 мкСм/см	
2(50)						
4(100)						
6(150)						
8(200)						
10						

Т а б л и ц а 2

Испытание комплекта КАЦ-037 - ИРТ при нормальных условиях

Электро- провод- ность мкСм/см	Сопр. электр. блока, R_{Σ} кОм	Расчет. значен. тока, мА	Прямой ход		Обратный ход		Вариа- ция показ. мА
			Показ. I_1 , мА	Погр. Δ_1 мА	Показ I_2 , мА	Погр. Δ_2 мА	
2(50)							
4(100)							
6(150)							
8(200)							
10							

Т а б л и ц а 3

Испытание кондуктометра при температуре 25+10 °С

α мкСм/см	Сопротив- ление электрод- ного преобра- зоват., $R_{\Sigma t}$, кОм	Сопротив ление термоком- пенсатора R_t , Ом	Показания кондуктом $\alpha_{35,1}$ мкСм/см	Погрешн . Δ_{t1} мкСм/см	Δt_{np} мкСм/см
2(50)					
4(100)					
6(150)					
8(200)					
10					

Заключение