Р 50.2.035—2004

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ЭЛЕКТРОДЫ СТЕКЛЯННЫЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ, ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ИОНОВ ВОДОРОДА (pH) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Методика поверки

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Государственным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ГП «ВНИИФТРИ») Госстандарта России

ВНЕСЕНЫ Управлением метрологии

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 30 января 2004 г. № 45-ст

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2004

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ЭЛЕКТРОДЫ СТЕКЛЯННЫЕ, В ТОМ ЧИСЛЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ, ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ИОНОВ ВОДОРОДА (pH) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Методика поверки

Дата введения 2004—03—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на электроды стеклянные, в том числе комбинированные, для определения активности ионов водорода (pH) в водных растворах (далее — электроды), предназначенные для преобразования активности ионов водорода (pH) в водных растворах в значения электродвижущей силы, и устанавливают методы и средства первичной и периодической поверок.

Поверкам подвергают выпускаемые вновь и находящиеся в эксплуатации электроды, применяемые в сфере государственного метрологического контроля и надзора.

Настоящие рекомендации могут быть использованы для проведения периодической калибровки по ПР 50.2.016 [1] электродов, применяемых вне сферы государственного метрологического контроля и надзора.

Рекомендуемый межповерочный интервал — один год.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы.

ГОСТ 8.120—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений pH

ГОСТ 12.0.004—79 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.004—85 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.007—76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.019—79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.2.007.0—75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.009—83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

ГОСТ 12.4.021—75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 1770—74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 4234—77 Реактивы. Калий хлористый. Технические условия

ГОСТ 6563—75 Изделия технические из благородных металлов и сплавов. Технические условия

ГОСТ 6709—72 Вода дистиллированная. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 12026—76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия

ГОСТ 17792—72 Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда

ГОСТ 24104—2001 Весы лабораторные. Общие технические требования

ГОСТ 25336—82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ Р 8.568—97 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применяют следующие термины.

3.1 **стеклянный электрод:** Устройство, представляющее собой электрохимический полуэлемент, в котором разность потенциалов на границе раздела фаз «специальное электродное стекло — электролит» зависит от активности ионов водорода в растворе.

3.2 **электрод сравнения:** Электрохимический полуэлемент — источник постоянного потенциала, который является опорным при потенциометрических измерениях.

3.3 **электролитический ключ:** Пористая специальная мембрана, обеспечивающая контакт двух жидкостей разного состава и препятствующая их смешиванию. Применяется при использовании электродов сравнения для разделения внутреннего электролита и анализируемого раствора.

3.4 **комбинированный стеклянный электрод:** Устройство, в котором стеклянный электрод и электрод сравнения объединены в единую сборку (датчик).

3.5 **встроенный электрод сравнения:** Электрод сравнения, входящий в состав комбинированного электрода.

3.6 **измерительный преобразователь pH-метра:** Средство измерения, обладающее высоким входным электрическим сопротивлением, предназначенное для измерения водородного показателя (pH) на основе измеренных значений разности потенциалов между стеклянным электродом и электродом сравнения, погруженными в анализируемый раствор.

3.7 **жидкостное соединение:** Связь (граница) любого типа между двумя растворами электролитов различного состава.

4 Операции поверки

4.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящих рекомендаций	Необходимость проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	10.1	+	+
Определение электрического сопротивления встроенного электрода сравнения комбинированного стеклянного электрода	10.2	+	+
Определение электрического сопротивления стеклянного, в том числе комбинированного, электрода	10.3	+	+
Определение потенциала $\varphi_{ср}$ встроенного электрода сравнения комбинированного стеклянного электрода	10.4	+	+
Определение потенциала E стеклянного, в том числе комбинированного, электрода	10.5	+	+
Определение крутизны водородной характеристики	10.6	+	+
Примечание — Знак «+» означает, что операцию проводят.			

4.2 При отрицательных результатах операции электрод дальнейшей поверке не подлежит.

5 Средства поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений и вспомогательные средства, реактивы и материалы, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Номер пункта настоящих рекомендаций
pH-метр — рабочий эталон pH 1-го разряда по ГОСТ 8.120	10.3—10.6
Омметр измерительным напряжением 4,5—9 В и пределом измерения сопротивлений до 10^5 Ом Погрешность — не более ±10 %	10.2
Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный эталонный (образцовый) 2-го разряда по ГОСТ 17792. Погрешность — не более ±2,5 мВ	10.3—10.6
Термостат жидкостный. Диапазон регулирования температуры от 0 °С до 100 °С, погрешность ±0,2 °С	10.3—10.6
Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4 № 2, ТЛ-4 № 3 по ТУ 25-2021.003 [2]. Класс 1	10.3—10 6
Контактный электрод: пластинчатый электрод из платины — изделие № 317-2 по ГОСТ 6563	10.2
Весы лабораторные по ГОСТ 24104. Класс II	Приложение Б
Колбы мерные 2-го класса по ГОСТ 1770	То же
Стаканы стеклянные лабораторные ТХС по ГОСТ 25336	»
Стандарт-титры для приготовления рабочих эталонов pH 2-го разряда. Погрешность — не более ±0,01 pH по ТУ 2642-001-42218836 [3]	»
Калий хлористый х. ч. или ч. д. а. по ГОСТ 4234	»
Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026	»
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709	»
Примечание — Допускается использовать другие средства поверки с метрологическими характеристиками, аналогичными указанным, например pH-метр — иономер «ЭКОТЕСТ-120» по ТУ 4215-004-41541647 [4], аттестованный в качестве рабочего эталона pH 1-го разряда.	

5.2 Средства поверки должны быть исправны, иметь техническую документацию и свидетельства о поверке по ПР 50.2.006 [5], а оборудование — аттестаты по ГОСТ Р 8.568.

6 Требования к квалификации поверителя

6.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в области аналитической химии, ежегодно проходящие проверку знаний по технике безопасности, владеющие техникой потенциометрических измерений, изучившие настоящие рекомендации и аттестованные в качестве поверителя.

7 Требования безопасности

7.1 При проведении поверки соблюдают требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007 и ГОСТ 12.4.021, а при работе с электроустановками — по ГОСТ 12.1.019 и ГОСТ 12.2.007.0.

7.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

7.3 Исполнители должны быть проинструктированы о мерах безопасности, которые следует соблюдать при работе с приборами в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к приборам. Организацию обучения работающих безопасности труда проводят по ГОСТ 12.0.004.

8 Условия проведения поверки

8.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
- температура окружающего воздуха — (20±5) °С;
- относительная влажность — от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление — от 630 до 800 мм рт.ст.

9 Подготовка к поверке

9.1 Готовят поверочные растворы, перечень которых приведен в приложении А. При приготовлении поверочных растворов следует руководствоваться методикой, изложенной в приложении Б.

9.2 Подготавливают средства поверки и электроды к работе согласно указаниям эксплуатационной документации (далее — ЭД).

10 Проведение поверки

10.1 Внешний осмотр

10.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют:
- комплектность в соответствии с ЭД;
- наличие в ЭД на электрод его метрологических характеристик;
- целостность корпуса, соединительного провода (кабеля), отсутствие механических повреждений, препятствующих нормальному функционированию электрода;
- чистоту и целостность соединителя;
- четкость и правильность маркировки в соответствии с ЭД (обозначение электрода, наименование или товарный знак предприятия-изготовителя, заводской номер).

Электроды, имеющие дефекты, затрудняющие эксплуатацию, бракуют.

10.2 Определение электрического сопротивления встроенного электрода сравнения комбинированного стеклянного электрода

10.2.1 Электрическое сопротивление встроенного электрода сравнения определяют прямым измерением сопротивления.

Погружают поверяемый и контактный электроды в стакан с поверочным раствором хлорида калия (раствор 3, приложение А), установленный в водяной термостат. Термостатируют стакан при низшей температуре применения, указанной в ЭД на электрод, до установления заданной температуры с погрешностью ±0,2 °С.

Не ранее чем через 15 мин после установления заданной температуры омметром измеряют сопротивление, два раза изменяя полярность.

За результат принимают среднеарифметическое значение двух измерений.

Результаты поверки считают положительными, если электрическое сопротивление соответствует значению, приведенному в ЭД на электрод.

10.3 Определение электрического сопротивления стеклянного, в том числе комбинированного, электрода

10.3.1 Электрическое сопротивление стеклянного электрода определяют путем измерения потенциала электрода на установке, изображенной на рисунке В.1 приложения В.

Погружают поверяемый электрод *5* в ячейку *3* с поверочным раствором тетраоксалата калия (раствор 1, приложение А), помещенную в термостат *1*, а хлорсеребряный насыщенный эталонный электрод сравнения 2-го разряда — в сосуд *7* с насыщенным раствором хлорида калия (раствор 3, приложение А). Термостатируют ячейку *3* при наименьшей температуре применения, указанной в ЭД на электрод, до установления заданной температуры с погрешностью 0,2 °С.

Измерительным преобразователем pH-метра *8* измеряют потенциал электрода E_1, мВ, относительно эталонного электрода сравнения не ранее чем через 15 мин после установления заданной температуры.

С помощью переключателя *9* подключают параллельно цепи «поверяемый электрод — поверочный раствор — электрод сравнения» резистор *10*, сопротивление $R_к$ которого близко к сопротивлению поверяемого электрода.

Измеряют потенциал электрода E_2.

Рассчитывают электрическое сопротивление $R_{эл}$, Ом, электрода по формуле

$$R_{эл} = R_к \left(\frac{E_1}{E_2} - 1\right). \quad (1)$$

Результаты поверки считают положительными, если электрическое сопротивление $R_{эл}$ не более 1,2 верхнего и не менее 0,75 нижнего предельных значений сопротивлений, указанных в ЭД на электрод.

10.4 Определение потенциала $\varphi_{ср}$ встроенного электрода сравнения комбинированного стеклянного электрода

10.4.1 Потенциал встроенного электрода сравнения определяют измерением разности потенциалов между поверяемым электродом и эталонным электродом сравнения на установке, изображенной на рисунке В.1 приложения В.

10.4.2 Устанавливают эталонный электрод *6* в сосуд *7* с насыщенным раствором хлорида калия (раствор 3, приложение А) при номинальной температуре от 15 °С до 35 °С, а поверяемый электрод *5* — в ячейку *3* с поверочным раствором хлорида калия (раствор 3, приложение А), помещенную в термостат *1*.

10.4.3 Соединяют сосуд *7* с ячейкой *3* через электролитический ключ *4*.

10.4.4 Подключают соединители эталонного электрода *6* и встроенного электрода сравнения комбинированного электрода *5* к измерительному преобразователю pH-метра *8*.

10.4.5 Термостатируют ячейку *3* до установления температуры (20 ± 0,3) °С.

10.4.6 Разность потенциалов $\Delta\varphi$ поверяемого и эталонного электродов измеряют не ранее чем через 15 мин после установления температуры (20 ± 0,3) °С при отключенном резисторе *10*.

10.4.7 Регистрируют по термометру *2* температуру раствора $t_к$ в сосуде с эталонным электродом. Отклонение температуры от номинального значения в процессе поверки не должно превышать ±1 °С.

10.4.8 Рассчитывают значение потенциала поверяемого электрода $\varphi_{ср}$, мВ, при 20 °С по формуле

$$\varphi_{ср} = \varphi_{эт} + \Delta\varphi + \alpha(t_к - 20), \quad (2)$$

где $\varphi_{эт}$ — потенциал эталонного электрода, мВ;

$\Delta\varphi$ — измеренная разность потенциалов поверяемого и эталонного электродов, мВ;

α — температурный коэффициент потенциала эталонного электрода сравнения, мВ/ °С;

$t_к$ — температура, при которой находился эталонный электрод сравнения во время измерений потенциала, °С.

10.4.9 Результаты поверки считают положительными, если потенциал электрода сравнения соответствует значению, приведенному в ЭД на электрод.

10.5 Определение потенциала *E* стеклянного, в том числе комбинированного, электрода

10.5.1 Потенциал электрода определяют измерением разности потенциалов между поверяемым электродом и эталонным электродом сравнения на установке, изображенной на рисунке В.1 приложения В.

10.5.2 Устанавливают эталонный электрод *6* в сосуд *7* с насыщенным раствором хлорида калия (раствор 3, приложение А) при номинальной температуре от 15 °С до 35 °С, а поверяемый электрод *5* — в ячейку *3* с поверочным раствором тетраоксалата калия (раствор 1, приложение А), помещенную в термостат *1*. Количество раствора для определения потенциала должно быть не менее 300 $см^3$.

10.5.3 Соединяют сосуд *7* с ячейкой *3* с помощью электролитического ключа *4*.

10.5.4 Подключают соединители стеклянного, в том числе комбинированного, электрода и эталонного электрода сравнения к измерительному преобразователю pH-метра *8*. Электролитический ключ *4* опускают в раствор только на время измерений.

10.5.5 Термостатируют в течение 1,0 ч при температуре (20 ± 0,2) °С.

10.5.6 Разность потенциалов ΔE поверяемого и эталонного электродов сравнения измеряют не ранее чем через 15 мин после установления температуры (20 ± 0,3) °С при отключенном резисторе *10*.

10.5.7 Рассчитывают значение потенциала поверяемого электрода $E_{ср}$, мВ, по формуле

$$E_{ср} = E_{эт} + \Delta E + \alpha(t_к - 20), \quad (3)$$

где $E_{эт}$ — потенциал эталонного электрода при 20 °С, мВ;

ΔE — измеренная разность потенциалов поверяемого и эталонного электродов, мВ;

α — температурный коэффициент потенциала эталонного электрода сравнения, мВ/°С;

$t_к$ — температура, при которой находился эталонный электрод сравнения во время измерений потенциала, °С.

10.5.8 Результаты поверки считают положительными, если отклонения расчетного потенциала стеклянного pH-электрода от значения, приведенного в ЭД на электрод, не превышают ±12 мВ для лабораторных электродов и ±30 мВ для промышленных электродов.

10.6 Определение крутизны водородной характеристики S_t

10.6.1 Крутизну водородной характеристики определяют по данным измерений потенциала электрода E_1 по 10.5 в поверочном растворе тетраоксалата калия со значением pH_1 (раствор 1, приложение А) и потенциала электрода E_2 в поверочном растворе тетрабората натрия со значением pH_2 (раствор 2, приложение А) при температурах (20,0 ± 0,2) °С и (40,0 ± 0,2) °С для электродов с температурным диапазоном измерений от 0 °С до 40 °С или (20,0 ± 0,2) °С и (80,0 ± 0,2) °С для электродов с температурным диапазоном измерений от 20 °С до 80 °С или более широким диапазоном.

10.6.2 Рассчитывают значения крутизны водородной характеристики S_t, мВ/pH, по формуле

$$S_t = \frac{E_2 - E_1}{pH_2 - pH_1}, \quad (4)$$

где E_1 — потенциал электрода в растворе 1, мВ;

E_2 — потенциал электрода в растворе 2, мВ;

pH_1, pH_2 — номинальные значения pH поверочных растворов 1 и 2 (приложение А) при соответствующих температурах.

Примечание — Значение крутизны водородной характеристики рассчитывают до второго знака после запятой.

10.6.3 Результаты поверки считают положительными, если значение крутизны S_t по абсолютной величине не менее:

57,00 мВ/pH — при температуре 20 °С;

60,89 мВ/pH — при температуре 40 °С;

67,3 мВ/pH — для промышленных электродов и 68,7 мВ/pH — для лабораторных электродов при температуре 80 °С.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Если электрод по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него выдают «Свидетельство о поверке» в соответствии с ПР 50.2.006 [5] или наносят поверительное клеймо в соответствии с ПР 50.2.007 [6].

11.2 При отрицательных результатах поверки выдают «Извещение о непригодности» по ПР 50.2.006 [5] с указанием причин или делают соответствующую запись в ЭД на электрод. Электрод к применению не допускают.

11.3 При калибровке электрода оформляют сертификат о калибровке по форме приложения 2 к ПР 50.2.016 [1], также делают запись в ЭД при необходимости. По требованию заказчика на обороте сертификата приводят фактические значения погрешностей калибруемого электрода.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Перечень поверочных растворов

Номер и состав поверочного раствора	Концентрация, моль/дм^3	Температура, °С	Значение pH
1 Тетраоксалат калия $KH_3C_4O_8 \cdot 2H_2O$	0,05	0 20 40 80	**1,62** **1,64** **1,65** **1,69**
2 Тетраборат натрия $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	0,01	0 20 40 80	9,45 9,23 9,07 8,91
3 Хлорид калия KCl, х.ч. или ч.д.а	Насыщенный раствор при 20 °С (~4,2 г/дм^3)	20	—
Примечание — Методика приготовления поверочных растворов приведена в приложении Б.			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Методика приготовления поверочных растворов

Б.1 Поверочные растворы 1 и 2 (приложение А) готовят из стандарт-титров для pH-метрии (ТУ 2642-001-42218836, [3]) в следующей последовательности.

Б.1.1 Рабочие эталоны pH готовят растворением содержимого стандарт-титров в дистиллированной воде (далее — вода) с удельной электропроводностью не более $5 \cdot 10^{-4}$ См·м$^{-1}$ при температуре 20 °С (ГОСТ 6709).

Б.1.2 Стандарт-титр переносят в мерную колбу 2-го класса по ГОСТ 1770 (далее — колба) вместимостью, указанной на этикетке ампулы, для этого:

- извлекают флакон из полиэтиленового пакета;
- промывают поверхность флакона водой, просушивают фильтровальной бумагой и удаляют липкую ленту с флакона;
- вставляют в колбу воронку;
- осторожно над воронкой снимают крышку с флакона и высыпают в воронку содержимое флакона;
- с помощью промывалки (ТУ 64-1-596, [7]) промывают над воронкой внутренние поверхности крышки и флакона до полного удаления вещества с указанных поверхностей;
- заполняют колбу водой, не доливая до метки 5—10 см^3, взбалтывают до полного растворения содержимого (за исключением насыщенных растворов гидротартрата калия и гидроксида кальция);
- в течение 30 мин термостатируют колбу в водяном термостате при 20 °С (колбы с насыщаемыми растворами гидротартрата калия и гидроксида кальция термостатируют не менее 4 ч при температурах 25 °С и 20 °С соответственно, периодически перемешивая суспензию в колбе встряхиванием);
- доводят водой объем раствора в колбе до метки, закрывают пробкой и тщательно перемешивают содержимое.

Внимание — В пробах, отбираемых из насыщенных растворов гидротартрата калия и гидроксида кальция, осадок удаляют фильтрованием или декантацией.

Б.1.3 Хранение рабочих эталонов pH

Рабочие эталоны pH должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей и должны храниться в плотно закрытой пластмассовой или фторлоновой посуде в затемненном месте при температуре не выше 25 °С.

Срок хранения — 1 мес с момента приготовления, за исключением насыщенного раствора гидроксида кальция, который готовят непосредственно перед измерением.

Б.2 Поверочный раствор *3* (приложение А) готовят следующим образом.

Б.2.1 Взвешивают навеску хлорида калия, равную (156,5±0,5) г, и переносят ее в мерную колбу вместимостью 500 см^3.

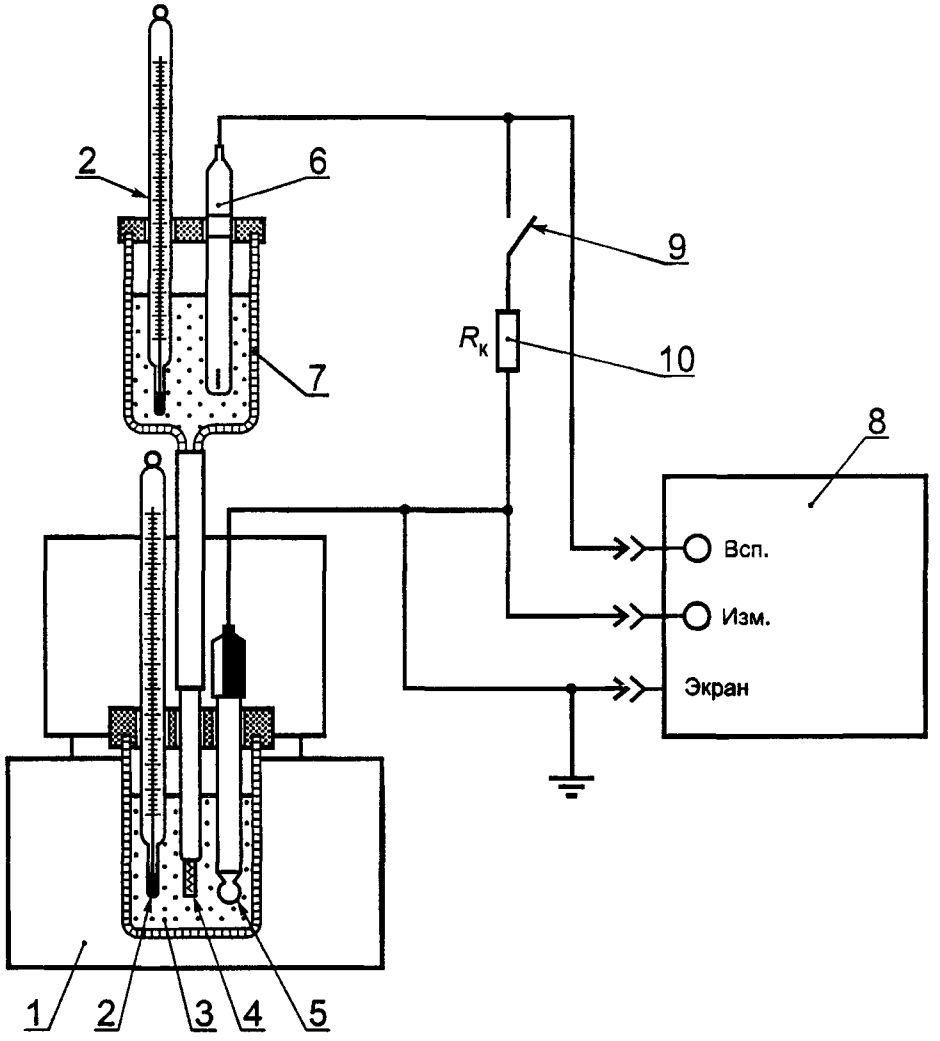
Б.2.2 Наливают в колбу дистиллированную воду до метки.

Б.2.3 Термостатируют колбу при (20±2) °С не менее 4 ч, периодически перемешивая водную суспензию хлорида калия.

Б.2.4 Срок хранения раствора — не более 6 мес.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Установка для определения потенциала электродов



1 — термостат; *2* — термометр; *3* — термостатируемая ячейка с поверочным раствором; *4* — электролитический ключ; *5* — поверяемый электрод; *6* — электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный эталонный 2-го разряда; *7* — сосуд для электрода сравнения с раствором хлорида калия; *8* — pH-метр — милливольтметр; *9* — переключатель; *10* — резистор $R_к$

Рисунок В.1 — Схема установки для определения потенциала электродов

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Библиография

[1] ПР 50.2.016—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к выполнению калибровочных работ
[2] ТУ 25-2021.003—88 Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4. Класс 1
[3] ТУ 2642-001-42218836—96 pH-метрия. Стандарт-титры для приготовления рабочих эталонов 2-го и 3-го разрядов. Технические условия
[4] ТУ 4215-004-41541647 pH-метр — иономер «ЭКОТЕСТ-120»
[5] ПР 50.2.006—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений
[6] ПР 50.2.007—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Поверительные клейма
[7] ТУ 64-1-596—71 Промывалка полиэтиленовая, объем 500 мл

УДК 541.13.135.53 ОКС 17.020 Т88.5 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: электроды стеклянные, электроды сравнения, ионы водорода, методика поверки

gost.e-ecolog.ru