

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В. А. Лапшинов

М.п. «30» декабря 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Анализаторы жидкости промышленные SFLA-200**

## ***МЕТОДИКА ПОВЕРКИ***

МП-547-2024

2024 г.

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы жидкости промышленные SFLA-200 (далее - анализаторы), предназначенные для непрерывных измерений pH, окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), содержания растворенного кислорода, удельной электрической проводимости (УЭП) в жидкостях.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость следующим образом:

- по каналам измерений водородного показателя pH и окислительно-восстановительного потенциала ОВП – к Государственному первичному эталону показателя pH активности ионов водорода в водных растворах ГЭТ 54-2019, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений показателя pH активности ионов водорода в водных растворах, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 324 от 9 февраля 2022 г.;

- по каналу измерений удельной электропроводности – к Государственному первичному эталону единицы удельной электрической проводимости жидкостей в диапазоне от 0,001 до 50 См/м ГЭТ 132-2018, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2771 от 27 декабря 2018 г.;

- по каналу измерений массовой концентрации растворенного кислорода – к Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2315 от 31 декабря 2020 г.

1.3 Реализация методики поверки производится следующими методами:

- при поверке измерительных каналов pH, ОВП, массовой концентрации растворенного в воде кислорода – прямым измерением поверяемым анализатором величины, воспроизводимой буферными растворами (для pH и ОВП) и контрольными растворами (для растворенного в воде кислорода);

- при поверке измерительного канала УЭП – непосредственным сличением поверяемого анализатора с рабочими эталонами единиц УЭП, а также косвенным методом при использовании мер электрического сопротивления.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах А.1-А.4 Приложения А настоящей методики поверки.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.3
Проверка программного обеспечения	да	да	9

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
Определение метрологических характеристик средства измерений <sup>1)</sup> и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Определение абсолютной погрешности измерений рН	да	да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений ОВП	да	да	10.2
Определение приведенной и относительной погрешности измерений УЭП	да	да	10.3
Определение приведенной и относительной погрешности измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода	да	да	10.4
<sup>1)</sup> Объем операций при определении метрологических характеристик обусловлен комплектом поставки анализатора			

2.2 Допускается, в соответствии с заявлением владельца средства измерений, проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов анализатора, установленных в описании типа, а также на меньшем числе поддиапазонов измерений, с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

### 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

температура окружающего воздуха, °C	от +15 до +30
относительная влажность окружающего воздуха, %	от 20 до 80
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются поверители средств измерений в соответствии с областью аккредитации организации, аккредитованной в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений, согласно законодательству Российской Федерации об аккредитации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационными документами.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 8, 9, 10	Средства измерений: - температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +30 °C с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ °C; - атмосферного давления от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ кПа;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	- относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3$ %	
10.1	Буферные растворы – рабочие эталоны pH, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09.02.2022 № 324	Буферные растворы – рабочие эталоны 2 разряда, БР-pH-2, рег.№ 45143-10, (характеристики приведены в п. Б.1 Приложения Б)
10.2	Буферные растворы, воспроизводящие значения окислительно-восстановительного потенциала, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ОВП $\pm 3$ мВ; Растворы, воспроизводящие шкалу окислительных потенциалов по ГОСТ 8.450-81 в диапазоне от -133 до +1236 мВ при температуре 25 °С	Стандарт-титры СТ-ОВП-01, рег.№ 61364-15 (приведены в п.Б.2 приложения Б)  Растворы по п.3 ГОСТ 8.450-81 «Шкала окислительных потенциалов водных растворов»
10.3	Рабочий эталон 2 разряда единицы удельной электрической проводимости жидкостей в диапазоне измерений от $1 \cdot 10^{-4}$ до 100 См/м с допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,5$ %, соответствующий государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2771;  Стандартные образцы удельной электрической проводимости жидкостей в диапазоне от 1,0 мкСм/см до 110000 мкСм/см с допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,5\%$ ;  Рабочий эталон единицы электрического сопротивления в диапазоне от $10^4$ до $10^7$ Ом с допускаемой относительной погрешностью не более $\pm 0,5$ % по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. №2771	Кондуктометр лабораторный КЛ-С-1, рег. №46635-11  Государственные стандартные образцы удельной электрической проводимости (приведены в п.Б.3 приложения Б); Магазин сопротивлений ПрофКиП Р40102, рег. № 80924-21
10.4	Стандартные образцы состава кислорода в азоте 1-го разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2315 со значениями объемной доли кислорода от $1 \cdot 10^{-3}$ % до 99,97 % с допускаемой относительной погрешностью не более 2,5 %;	Стандартные образцы искусственной газовой смеси в азоте (N2-МГПЗ-1) ГСО 11047-2018

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Раствор без содержания растворенного кислоты («нулевой» раствор) по п.п. 8.2.2.1 ГОСТ Р 58797-2020	Вода дистиллированная, ГОСТ Р 58144-2018
Вспомогательные средства измерений, вспомогательное оборудование, материалы и реактивы:		
Термостат жидкостный, обеспечивающий поддержание температуры в диапазоне от +15 °С до + 35 °С, погрешность поддержания температуры не ниже, чем $\pm 1,0$ °С		Термостат переливной прецизионный ТПП – 2.1
Весы неавтоматического действия, класс точности I «специальный» по ГОСТ OIML R 76-1-2011 с пределом взвешивания не менее 200 г		Весы неавтоматического действия ACCULAB ATL-80d4, рег. № 57188-14
Термометр лабораторный электронный, обеспечивающий контроль температуры в жидких средах в диапазоне от +15 °С до + 35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры при приготовлении растворов $\pm 0,05$ °С		Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
Железоаммонийные квасцы, ч.д.а., ТУ 6-09-5359-88		
Соль закиси железа и аммония двойная серноокислая (соль Мора), ч.д.а., ГОСТ 4208-72		
Динатриевая соль этилендиамина тетрауксусной кислоты (Трилон Б), ч., ГОСТ 10652-73		
Ацетат натрия (натрий уксуснокислый), ч.д.а., ГОСТ 199-78		
Серная кислота, х.ч., ГОСТ 4204-77		
Церий серноокислый 4-водный, ч., ТУ 6-09-1646-77		
Гидроокись натрия х.ч. по ГОСТ 4328-77		
Гидрохинон первого сорта по ГОСТ 19627-74		
Колбы мерные 2-100-2, 2-200-2, 2-250-2, 2-500-2, 2-1000-2, 2-2000-2 ГОСТ 1770-74		
Стаканчик типа СВ с взаимозаменяемым конусом 14/8 ГОСТ 25336-82		
Пипетки 2-2-1, 2-2-2, 2-2-5, 2-2-10, 2-2-25, 2-2-100 ГОСТ 29227-91		
Стаканы лабораторные В-1-250 ТС, В-1-600 ТС, В-1-2000 ТС ГОСТ 25336-82		
Цилиндры мерные 1-250-1, 1-500-2 ГОСТ 1770-74		
Вода дистиллированная, ГОСТ Р 58144-2018		
1,4-диоксан сцинтилляционный по ГОСТ 10455-80		
Калий хлористый х.ч. по ГОСТ 4234-77		
Азот газообразный особой чистоты 1 сорт по ГОСТ 9293-74 (с изм. 1, 2, 3)		
Мешалка магнитная, скорость вращения от 400 до 1200 об/мин		
Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87		
Вентиль точной регулировки		
Примечание - Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью		

## 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

6.1. Правила безопасности при работе с анализаторами и средствами поверки в соответствии с соответствующими разделами эксплуатационной документации;

6.2. Правила безопасности, действующие на месте поверки (на территории промышленного объекта (при поверке на месте эксплуатации) или в лаборатории);

6.3. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

6.4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Минтруда России №903н от 15 декабря 2020 г.;

6.5. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок - ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

6.6. ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

6.7. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».

## **7. Внешний осмотр средства измерений**

7.1. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида анализаторов описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- соответствие внешнего вида и комплектности анализатора требованиям эксплуатационной документации и описанию типа;

- отсутствие механических повреждений и видимых дефектов, способных повлиять на результаты поверки анализатора;

- наличие и четкость маркировки, включая однозначную идентификацию наименования и заводского номера анализатора в соответствии с описанием типа.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если анализатор соответствует требованиям, перечисленным в п. 7.1.

7.3 Если перечисленные условия не выполняются, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## **8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Контроль условий поверки:

8.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений, необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру, атмосферное давление и влажность окружающей среды.

8.1.2 Результаты контроля условий окружающей среды отображают в рабочих записях и в протоколе поверки.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений:

8.2.1 Анализатор подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.2 Проверяют наличие действующих сведений о результатах поверки средств измерений, применяемых при поверке, в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, устанавливают и подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2.3 Проверяют сроки годности стандарт-титров, стандартных образцов и реактивов.

8.2.4 Подготавливают растворы для поверки:

- для определения абсолютной погрешности измерений pH – буферные растворы, указанные в Таблице Б.1 Приложения Б;

- для определения абсолютной погрешности измерений ОВП готовят контрольные растворы: из стандарт-титров, указанных в Таблице Б.2 Приложения Б, в соответствии с инструкциями по применению, а также из реактивов, указанных в Таблице 2 настоящей методики поверки, в соответствии с методикой приготовления растворов, воспроизводящих шкалу окисли-

тельных потенциалов, которая описана в Приложении «Состав и методика приготовления растворов, воспроизводящих шкалу окислительных потенциалов водных растворов» по ГОСТ 8.450-81 «Шкала окислительных потенциалов водных растворов»;

- для определения приведенной и относительной погрешности измерений УЭП используют государственные стандартные образцы из Таблиц Б.3-Б.4 Приложения Б и готовят контрольные растворы в соответствии с Приложением В;

- для определения приведенной и относительной погрешности измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода готовят контрольные растворы в соответствии с Приложением Г настоящей методики поверки.

### 8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Включают анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.2 Дожидаются выхода на рабочий режим.

8.3.3 Результат опробования считают положительным, если подключенные датчики распознаются электронным блоком и отсутствуют сообщения об ошибках и отказах.

8.4 Если перечисленные условия не выполняются, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для проверки идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) из главного меню переходят на вкладку «DIAG», далее «Device information», в открывшемся окне появятся идентификационные данные ПО: наименование ПО в строчке «Hardware identifier», версия ПО в строчке «Device version». Идентификационные данные должны соответствовать данным, указанным в описании типа анализаторов.

9.2 Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО средства измерений соответствуют указанным в описании типа средства измерений. Если номер версии ПО не соответствует номеру, указанному в описании типа, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений pH

10.1.1 Для определения абсолютной погрешности измерений pH проводят измерения pH трех буферных растворов - рабочих эталонов pH, воспроизводящих значения pH=1,65, pH=4,01 и pH=9,18 с установленной температурой растворов (25±0,2) °C. Допускается использовать другие буферные растворы, приведенные в таблице Б.1 Приложения Б.

10.1.2 Измерения повторяют не менее трех раз на каждом буферном растворе.

10.1.3 Абсолютную погрешность измерений pH ( $\Delta pH_{ij}$ ) рассчитывают для каждого значения pH буферных растворов по формуле (1):

$$\Delta pH_{ij} = pH_{изм.ij} - pH_{эт.i}, \quad (1)$$

где  $pH_{изм.ij}$  –  $j$ -ое значение pH  $i$ -го буферного раствора, измеренное анализатором;  
 $pH_{эт.i}$  – значение pH, воспроизводимое  $i$ -ым буферным раствором при температуре 25 °C.

10.1.4 Результаты определения абсолютной погрешности измерений pH считают положительными, если абсолютная погрешность измерений показателя pH не превышает значений, указанных в таблице А.1 Приложения А. Если это условие не выполняется, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений ОВП

10.2.1 Для определения абсолютной погрешности измерений ОВП в качестве поверочных растворов используют буферные и контрольные растворы, подготовленные в соответствии с п. 8.2.4.

10.2.2 Проводят не менее трех измерений ОВП в начале, середине и конце диапазона измерений, в каждой точке по три раза.

10.2.3 Абсолютную погрешность измерений ( $\Delta Eh_{ij}$ , мВ) рассчитывают по формуле (2):

$$\Delta Eh_{ij} = Eh_{\text{изм.}ij} - Eh_{\text{эт.}i}, \quad (2)$$

где  $Eh_{\text{изм.}ij}$  –  $i$ -ое значение ОВП, измеренное анализатором, мВ,  
 $Eh_{\text{эт.}i}$  –  $i$ -ое значение ОВП, воспроизводимое стандарт-титром ОВП или раствором, приготовленным в соответствии с ГОСТ 8.450-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Шкала окислительных потенциалов водных растворов», мВ

10.2.4 Результаты определения абсолютной погрешности измерений ОВП считают положительными, если абсолютная погрешность измерений ОВП не превышает значений, указанных в таблице А.2 Приложения А. Если это условие не выполняется, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

**П р и м е ч а н и е** – При периодической поверке допускается использовать в качестве средств поверки только стандарт-титры СТ-ОВП-01, рег. № 61364-15, с номинальными значениями окислительно-восстановительного потенциала 298 мВ и 605 мВ.

### 10.3 Определение приведенной и относительной погрешности измерений УЭП

10.3.1 Определение приведенной погрешности измерительного канала УЭП в диапазоне от  $4 \cdot 10^{-6}$  до  $1 \cdot 10^{-4}$  См/м включ. проводят косвенным методом с применением магазина сопротивлений.

Определение приведенной погрешности измерений УЭП проводят в трех точках, соответствующих началу, середине и концу диапазона измерений, и рассчитывают для них значения сопротивлений ( $R_i$ ), Ом, по формуле (3):

$$R_i = \frac{k}{\alpha_i}, \quad (3)$$

где  $k$  – значение постоянной (константы) анализатора,  $\text{см}^{-1}$  (указывается в паспорте);  
 $\alpha_i$  – значение УЭП, для которого рассчитывается сопротивление, См/м.

Устанавливают на магазине сопротивлений значения, рассчитанные по формуле (3), и записывают показания анализатора ( $\alpha_{i \text{ изм.}}$ ), См/м.

10.3.2 Определение относительной погрешности измерений УЭП в диапазоне св.  $1 \cdot 10^{-4}$  до 100 См/м проводят непосредственным сличением с кондуктометром КЛ-С-1 с использованием стандартных образцов и контрольных растворов, приготовленных в соответствии с приложением В. Измерения выполняют минимум в трех точках: в начале, середине и конце диапазона измерений. В каждой поверяемой точке проводят не менее трех измерений величины УЭП. При каждом измерении добиваются установившегося значения температуры раствора, которая контролируется термометром, а также по выходному сигналу температурного канала кондуктометра.

10.3.3 По результатам измерений для каждого раствора рассчитывают приведенную погрешность измерений УЭП, См/м, по формуле (4):

$$\gamma = \frac{\alpha_{\text{изм.}ij} - \alpha_{\text{эт.}i}}{\alpha_N} \cdot 100, \quad (4)$$

относительную погрешность измерения УЭП,  $\delta_{\alpha i}$ , %, по формуле (5):

$$\delta_{\alpha i} = \frac{\alpha_{\text{изм.}ij} - \alpha_{\text{эт.}i}}{\alpha_{\text{эт.}i}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $\alpha_{\text{изм.}ij}$  -  $j$ -е измеренное значение УЭП  $i$ -го раствора, См/м;  
 $\alpha_{\text{эт.}i}$  - значение УЭП в  $i$ -ом стандартном образце, измеренное с помощью эталонного кондуктометра, или  $i$ -ое значение сопротивления на магазине сопротивлений, См/м.  
 $\alpha_N$  – значение УЭП, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений анализатора, См/м.

10.3.4 Соответствие средства измерений метрологическим требованиям в рамках определения приведенной и относительной погрешности измерений УЭП подтверждено, если значения приведенной и относительной погрешности измерений УЭП не превышают значений, приведенных в таблице А.3 Приложения А. Если это условие не выполняется, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10.4 Определение приведенной и относительной погрешности измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода

10.4.1 Приведенную и относительную погрешность измерений массовой концентрации растворенного кислорода определяют путем сличения значений массовых концентраций контрольных растворов с показаниями поверяемого анализатора.

10.4.2 Проверяют фоновые показания раствора с помощью анализатора при температуре  $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$  в «нулевом» растворе.

10.4.3 Проводят измерения массовой концентрации растворенного кислорода растворов, приготовленных по приложению Г, в начале, середине и конце диапазона измерений.

10.4.4 Действительное значение массовой концентрации растворенного в воде кислорода в контрольных растворах ( $C_D$ ), мг/дм<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле (6):

$$C_D = A \cdot X_{\text{ПГС}} \cdot \frac{P}{P_0 \cdot X_0}, \quad (6)$$

где  $A$  – растворимость (равновесная концентрация) кислорода в воде при нормальном давлении ( $P_0=101,3$  кПа) и температуре  $t$ , определенная йодометрическим методом и приведенная в приложении Г, мг/дм<sup>3</sup>;

$P$  – атмосферное давление при проведении поверки, кПа;

$P_0$  – нормальное давление,  $P_0 = 101,3$  кПа;

$X_0$  – объемная доля кислорода при нормальных условиях,  $X_0 = 20,94$  %;

$X_{\text{ПГС}}$  – объемная доля кислорода в баллоне ПГС, %.

10.4.5 Приведенную погрешность измерений массовой концентрации растворенного кислорода, мг/дм<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле (7):

$$\gamma = \frac{C_{\text{изм.}ij} - C_D}{C_N} \cdot 100, \quad (7)$$

относительную погрешность измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода,  $\delta_{Ci}$ , %, по формуле (8):

$$\delta_{Ci} = \frac{C_{\text{изм.}ij} - C_D}{C_D} \cdot 100, \quad (8)$$

где  $C_{\text{изм.}ij}$  -  $j$ -е измеренное значение массовой концентрации растворенного в воде кислорода  $i$ -го контрольного раствора, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_d$  – действительное значение массовой концентрации кислорода в  $j$ -ом контрольном растворе, мг/дм<sup>3</sup>, определенное по формуле (6);

$C_N$  – значение массовой концентрации растворенного в воде кислорода, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений анализатора, мг/дм<sup>3</sup>.

10.4.6 Соответствие средства измерений метрологическим требованиям в рамках определения приведенной и относительной погрешностей измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода подтверждено, если значения приведенной и относительной погрешностей измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода не превышают значений, приведенных в таблице А.4 Приложения А. Если это условие не выполняется, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в произвольной форме и содержащим результаты по разделам 7, 8, 9, 10 настоящей методики поверки.

11.2 Сведения о результатах поверки анализаторов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству в области обеспечения единства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки анализатор признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Инженер по метрологии ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



Г.С. Володарская

О.Н. Бегутова

## Приложение А (обязательное)

### Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики анализаторов при измерении водородного показателя pH

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений pH	от 0 до 14
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений pH	$\pm 0,05$

Таблица А.2 – Метрологические характеристики анализаторов при измерении окислительно-восстановительного потенциала ОВП

Наименование характеристики	Значение
Диапазон показаний окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), мВ	от -1500 до +1500
Диапазон измерений окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), мВ	от -133 до +1236
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ОВП, мВ	$\pm 6$

Таблица А.3 – Метрологические характеристики анализаторов при измерении удельной электрической проводимости УЭП

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений удельной электрической проводимости (УЭП), См/м, для датчиков: - CLS12, CLS13, CLS19, CLS15, CLS15D, CLS15E - CLS16, CLS16D, CLS16E - CLS21, CLS21D, CLS21E - CLS30 - CLS50, CLS50D, CLS52, CLS54, CLS54D - CLS82D, CLS82E	от $4 \cdot 10^{-6}$ до $2 \cdot 10^{-2}$ от $4 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ от $1 \cdot 10^{-3}$ до 2,0 от $1 \cdot 10^{-2}$ до 20 от $2 \cdot 10^{-4}$ до 100 от $1 \cdot 10^{-4}$ до 50
Пределы допускаемой приведенной <sup>1)</sup> погрешности измерений УЭП для датчиков CLS12, CLS13, CLS19, CLS15, CLS15D, CLS15E, CLS16, CLS16D, CLS16E в диапазоне измерений от $4 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ См/м включ., %	$\pm 3$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений УЭП для датчиков CLS12, CLS13, CLS19, CLS15, CLS15D, CLS15E, CLS21, CLS21D, CLS21E, CLS16, CLS16D, CLS16E, CLS30, CLS50, CLS50D, CLS52, CLS54, CLS54D, CLS82D, CLS82E в диапазоне измерений св. $1 \cdot 10^{-4}$ до 100 См/м включ., %	$\pm 3$
<sup>1)</sup> Нормирующим значением является верхняя граница диапазона измерений	

Таблица А.4 – Метрологические характеристики анализаторов при измерении массовой концентрации растворенного кислорода

Наименование характеристики	Значение
Диапазон показаний массовой концентрации растворенного кислорода, мг/дм <sup>3</sup> , для датчиков: - COS22D, COS22E - COS51D, COS51E - COS81D, COS81E	от 0,001 до 2 от 0,01 до 100 от 0,004 до 30
Диапазон измерений массовой концентрации растворенного кислорода, мг/дм <sup>3</sup> , для датчиков: - COS22D, COS22E - COS51D, COS51E - COS81D, COS81E	от 0,01 до 2 от 0,01 до 20 от 0,01 до 20
Пределы допускаемой приведенной <sup>1)</sup> погрешности измерений массовой концентрации растворенного кислорода для датчиков COS22D, COS22E, COS51D, COS51E, COS81D, COS81E в диапазоне измерений от 0,01 до 2 мг/дм <sup>3</sup> включ., %	±3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации кислорода для датчиков COS51D, COS51E, COS81D, COS81E, в диапазоне измерений св. 2 до 20 мг/дм <sup>3</sup> включ., %	±3
<sup>1)</sup> Нормирующим значением является верхняя граница диапазона измерений	

**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Государственные стандартные образцы, стандарт-титры, используемые при поверке**

**Б.1. Буферные растворы, используемые при поверке канала измерений pH**

Таблица Б.1 - Буферные растворы – рабочие эталоны 2 разряда Бр-pH, рег.№ 45143-10

Наименование	Химические вещества, входящие в состав буферного раствора	Концентрация веществ, моль/кг	Воспроизводимое значение рН при температуре (25±0,2) °С
БР-рН-2	Калий тетраоксалат 2-водный	0,05	1,65
БР-рН-3	Калий гидрофталат	0,05	4,01
БР-рН-4	Калий фосфорнокислый однозамещенный	0,025	6,86
	Натрий фосфорнокислый двузамещенный	0,025	
БР-рН-7	Натрий тетраборнокислый 10-водный	0,01	9,18
БР-рН-8	Натрий тетраборнокислый 10-водный	0,05	
БР-рН-9	Натрий углекислый	0,025	10,00
	Натрий углекислый кислый	0,025	
Примечание - Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения рН: в диапазоне температур от +5 °С до +20 °С ±0,02; в диапазоне температур от +20 °С до +40 °С ±0,01; в диапазоне температур от +40 °С до +80 °С ±0,02.			

**Б.2. Стандарт-титры, используемые при поверке канала измерений окислительно-восстановительного потенциала (ОВП)**

Таблица Б.2 - Стандарт-титры ОВП для приготовления буферных растворов, воспроизводящих значения окислительно-восстановительного потенциала, рег. № 61364-15

Обозначение модификации	Химический состав	Номинальное значение ОВП при температуре 25 °C, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ОВП буферных растворов, мВ
СТ-ОВП-01-1	Калий дигидрофосфат; Натрий моногидрофосфат Хингидрон	298,0	±3
СТ-ОВП-01-2	Тетраоксалат калия 2-водный; Хингидрон	605,0	±3

**Б.3. Государственные стандартные образцы, используемые при поверке канала измерений УЭП**

Таблица Б.3 - Государственные стандартные образцы УЭП, используемые при поверке

ГСО	Индекс стандартного образца	Интервал допускаемых аттестованных значений удельной электрической проводимости СО, См/м	Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения (при $P=0,95$ ), %
7374-97	УЭП-1	от 10,6 до 11,8	$\pm 0,25$
7375-97	УЭП-2	от 1,23 до 1,35	$\pm 0,25$
7376-97	УЭП-3	от 0,134 до 0,148	$\pm 0,25$
7377-97	УЭП-4	от 0,028 до 0,030	$\pm 0,25$
7378-97	УЭП-5	от 0,0045 до 0,0049	$\pm 0,25$

Кроме того, можно использовать ГСО УЭП из таблицы Б.4

Таблица Б.4 - Государственные стандартные образцы УЭП, используемые при поверке

ГСО	Интервал допускаемых аттестованных значений удельной электрической проводимости СО, См/м	Допускаемые значения расширенной неопределенности аттестованного значения СО ( $k=2$ ; $P=0,95$ ), %
12453-2024	от 0,0648 до 0,0792	0,5
12454-2024	от 0,6030 до 0,7370	0,5
12374-2023	от 10,000 до 20,000	$(-0,03 \cdot X^1) + 0,8)^2$

<sup>1)</sup> X – аттестованное значение удельной электрической проводимости СО, См/м;

<sup>2)</sup> Соответствует допускаемым значениям относительной расширенной неопределенности при коэффициенте охвата  $k=2$  и  $P=0,95$  от 0,5 % до 0,2 %

## Приложение В

### (обязательное)

#### Методика приготовления контрольных растворов, предназначенных для воспроизведения значений УЭП.

В.1 Методика приготовления контрольных растворов, предназначенных для воспроизведения значений УЭП в диапазоне от 0,0001 до 0,001 См/м включ.

В диапазоне от 0,0001 до 0,001 См/м включ. УЭП воспроизводится раствором, представляющим собой смесь водного раствора хлористого калия и 1,4-диоксана.

В.1.1 Средства измерений и вспомогательные материалы указаны в таблице 2.

В.1.2 Приготовление раствора хлористого калия молярной концентрации 0,005 моль/дм<sup>3</sup>.

В мерную колбу вместимостью 200 см<sup>3</sup> взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака навеску хлористого калия массой 745,5 мг, растворяют ее в 70-100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и доливают тот же растворитель, не доводя уровень воды до метки на 2-3 см.

Колбу с раствором помещают в термостат и выдерживают в течение 30 минут при температуре (20±0,1) °С и затем доводят до метки дистиллированной водой той же температуры. Содержимое колбы тщательно перемешивают и используют для приготовления контрольных растворов для диапазона измерений от 0,0001 до 0,001 См/м включ.

В.1.3 Приготовление контрольных растворов.

Номера контрольных растворов, их УЭП и другие характеристики приведены в таблице В.1. Контрольные растворы № 1-3 представляют собой смесь 1,4-диоксана с водным раствором хлористого калия, приготовленного по п. В.1.2 Приложения В. Контрольные растворы готовят массой 300 г при температуре (20±0,1) °С.

В высушенную, предварительно взвешенную, колбу с притертой пробкой при помощи цилиндра наливают предварительный объем хлористого калия молярной концентрации 0,005 моль/дм<sup>3</sup>, затем ставят на весы и осторожным прибавлением раствора пипеткой доводят массу раствора до указанной в таблице В.1. В эту же колбу другим цилиндром таким же способом прибавляют 1,4-диоксан. После взвешивания колбу закрывают пробкой и хорошо перемешивают.

Таблица В.1 - Приготовление растворов УЭП в диапазоне от 0,0001 до 0,001 См/м включ.

Номер раствора	Удельная электрическая проводимость, См/м	Предварительный объем, см <sup>3</sup>		Состав или наименование контрольных растворов	
		Хлористого калия молярной концентрации 0,005 моль/дм <sup>3</sup>	1,4-диоксана	Раствор хлористого калия молярной концентрации 0,005 моль/дм <sup>3</sup> , г	Растворителя, г
1	0,0001	25	250	28,25	271,75
2	0,0002	30	250	34,93	265,07
3	0,001	45	250	47,73	252,27

В.2 Методика приготовления контрольных растворов, предназначенных для воспроизведения значений УЭП в диапазоне св. 0,001 до 20 См/м не включ.

В.2.1 Для приготовления контрольного раствора УЭП со значением 0,01 См/м в коническую колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> помещают навеску хлористого калия 0,07 г, доводят дистиллированной водой на весах до 300 г и перемешивают.

В.2.2 Контрольные растворы в диапазоне св. 0,01 до 20 См/м не включ. готовят из ГСО в соответствии с инструкцией по приготовлению или в соответствии с Р 50.2.021-2002 «ГСИ. Эталонные растворы удельной электрической проводимости жидкостей. Методика приготовления и первичной поверки.

В.3 Методика приготовления контрольных растворов, предназначенных для воспроизведения значений УЭП в диапазоне от 20 до 100 См/м.

Средства измерений и вспомогательные материалы указаны в таблице 2.

При приготовлении контрольных растворов руководствуются данными из таблицы 11-77 справочника К.М. Малина «Справочник сернокислотчика». Если необходимая концентрация отсутствует в таблице, то ее находят методом экстраполяции. Справочно некоторые данные приведены в таблице В.2.

Таблица В.2 – Удельная электропроводность  $\kappa$ , См/м, водных растворов серной кислоты

Массовая концентрация серной кислоты $\text{H}_2\text{SO}_4$ ( $W$ , %)	Удельная электрическая проводимость, $\kappa$			
	При температуре 18 °С		При температуре 50 °С	
	$\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	См/м	$\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	См/м
5	0,2085	20,85	0,273	27,3
10	0,3915	39,15	0,549	54,9
15	0,5432	54,32	0,755	75,5
20	0,6527	65,27	0,966	96,6
25	0,7171	71,71	1,052	105,2
30	0,7388	73,88	1,107	110,7
35	0,7243	72,43	1,117	111,7
40	0,6800	68,00	1,086	108,6
45	0,6164	61,64	0,994	99,4
50	0,5405	54,05	0,896	89,6
55	0,4576	45,76	0,765	76,5
60	0,3726	37,26	0,67	67,0
65	0,2905	29,05	0,535	53,5
70	0,2152	21,52	0,411	41,1
75	0,1522	15,22	0,321	32,1
78	0,1238	12,38	0,282	28,2
80	0,1105	11,05	0,262	26,2
81	0,1055	10,55	0,255	25,5
82	0,1015	10,15	0,247	24,7
83	0,989	98,9	0,240	24,0
84	0,979	97,9	0,238	23,8
85	0,980	98,0	0,237	23,8
86	0,992	99,2	0,236	23,6
87	0,1010	10,1	0,235	23,5
88	0,1033	10,33	0,234	23,4
89	0,1055	10,55	0,234	23,4
90	0,1075	10,75	0,233	23,3
91	0,1093	10,93	0,232	23,2
92	0,1102	11,02	0,230	23,0
93	0,1096	10,96	0,277	27,7
94	0,1071	10,71	0,216	21,6
95	0,1025	10,25	0,203	20,3

Массовая концентрация серной кислоты H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (W, %)	Удельная электрическая проводимость, æ			
	При температуре 18 °С		При температуре 50 °С	
	Ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	См/м	Ом <sup>-1</sup> ·см <sup>-1</sup>	См/м
96	0,944	94,4	0,184	18,4
97	0,800	80,0	0,16	16,0
99,4	0,085	8,5	0,273	27,3

Растворы кислоты с определенной массовой долей готовят разбавлением кислот большей концентрации. Объем концентрированной кислоты X, см<sup>3</sup>, необходимый для приготовления 1 дм<sup>3</sup> раствора, рассчитывают по формуле В.1:

$$V_{H_2SO_4} = \frac{W \cdot \rho_{25^\circ C} \cdot 1000}{W' \cdot \rho'_{25^\circ C}}, \quad (B.1)$$

где W - требуемая массовая доля кислоты в растворе, %;  
W' - массовая доля исходной кислоты, %;  
ρ<sub>25°C</sub> - требуемая плотность раствора кислоты, г/см<sup>3</sup>;  
ρ'<sub>25°C</sub> - плотность исходной кислоты, г/см<sup>3</sup>;  
1000 - вместимость мерной колбы, см<sup>3</sup>.

Пример приготовления 40 % водного раствора серной кислоты из 95 %.

Соотношение концентраций и плотностей серной кислоты берут из таблицы 17.Б справочника Ю.Ю. Лурье «Справочник по аналитической химии». Рассчитывают плотности концентрированной и 40 % серной кислоты методом экстраполяции: ρ<sub>конц</sub> = 1,835 г/см<sup>3</sup>, ρ<sub>40%</sub> = 1,303 г/см<sup>3</sup>. Далее по формуле В.1 рассчитывают объем концентрированной серной кислоты, необходимый для приготовления 40 % раствора.

Таким образом, чтобы приготовить 40 % водный раствор серной кислоты, необходимо мерную колбу вместимостью 1 дм<sup>3</sup> заполнить на четверть дистиллированной водой. Аккуратно, тонкой струйкой прилить рассчитанный объем концентрированной серной кислоты, равный 593 см<sup>3</sup>, перемешивают и заполняют колбу дистиллированной водой, не доводя до метки 1-2 см. Колбу охлаждают, доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

Таблица В.3 - Пример приготовления контрольных растворов объемом 1000 см<sup>3</sup> из предварительно приготовленной 40 % серной кислоты:

№ р-ра	W, %	V к-ты 40%, см <sup>3</sup>	V воды, см <sup>3</sup>
1	5	99	901
2	10	205	795
3	15	317	683
4	20	437	563
5	25	565	435
6	30	701	299
7	35	846	154

В мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> наливают половину объема дистиллированной воды, указанного в таблице В.3, далее тонкой струйкой приливают объем 40 % раствора

серной кислоты, указанный в той же таблице. перемешивают и заполняют колбу дистиллированной водой, не доводя до метки 1-2 см. Колбу охлаждают, доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

Разбавленные или укрепленные растворы тщательно перемешать, измерить УЭП.

УЭП приготовленного контрольного раствора проверяют с помощью кондуктометра с погрешностью измерения не более 0,5 %.

В.4 Доверительные границы абсолютной погрешности ( $\Delta C$ , мг/дм<sup>3</sup>) установленных значений растворов рассчитывают по формуле (В.2):

$$\Delta C = C \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta \mu}{\mu}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_1}{m_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_1}{V_1}\right)^2}, \quad (\text{В.2})$$

где  $C$  – концентрация контрольного раствора, мг/дм<sup>3</sup>;

$\Delta \mu$  – доверительные границы погрешности установления массовой доли основного вещества при  $P=0,95$ , %;

$\mu$  – массовая доля основного вещества (по паспорту), %;

$m_1$  – масса навески контрольного вещества, г

$\Delta m_1$  – пределы допускаемой погрешности взвешивания, мг;

$V_1$  – объем приготовленного раствора, см<sup>3</sup>;

$\Delta V_1$  – пределы допускаемой погрешности вместимости мерной колбы, см<sup>3</sup>.

#### В.5 Применение и хранение контрольных растворов.

Контрольные водные растворы серной кислоты хранят в герметично закрытой промаркированной посуде из стекла не более 1 мес. с момента приготовления.

Приготовленные контрольные растворы могут быть использованы в течение срока годности многократно при сохранении их чистоты и периодическом контроле их УЭП.

Таблица В.4 - Плотность водных растворов серной кислоты при различных температурах

%	0°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C
1	1,0074	1,0068	1,0060	1,0061	1,0098	1,0022	0,9986	0,9944	0,9895	0,9779	0,9645
2	1,0147	1,0138	1,0129	1,0118	1,0104	1,0087	1,0050	1,0006	0,9956	0,9839	0,9705
3	1,0219	1,0206	1,0197	1,0184	1,0169	1,0162	1,0113	1,0067	1,0017	0,9900	0,9766
4	1,0291	1,0275	1,0264	1,0250	1,0234	1,0216	1,0176	1,0129	1,0078	0,9961	0,9827
5	1,0364	1,0344	1,0332	1,0317	1,0300	1,0281	1,0240	1,0192	1,0140	1,0022	0,9688
6	1,0437	1,0414	1,0400	1,0385	1,0367	1,0347	1,0305	1,0256	1,0203	1,0084	0,9950
7	1,0511	1,0485	1,0469	1,0453	1,0434	1,0414	1,0871	1,0321	1,0206	1,0146	1,0013
8	1,0585	1,0556	1,0639	1,0522	1,0502	1,0481	1,0437	1,0986	1,0830	1,0209	1,0076
9	1,0660	1,0628	1,0610	1,0591	1,0671	1,0549	1,0503	1,0451	1,0395	1,0273	1,0140
10	1,0735	1,0700	1,0681	1,0661	1,0640	1,0617	1,0570	1,0617	1,0460	1,0338	1,0304
11	1,0810	1,0773	1,0753	1,0731	1,0710	1,0686	1,0637	1,0584	1,0536	1,0403	1,0269
12	1,0886	1,0846	1,0825	1,0602	1,0780	1,0798	1,0705	1,0651	1,0593	1,0460	1,0335
13	1,0962	1,0020	1,0898	1,0874	1,0851	1,0826	1,0774	1,0719	1,0661	1,0536	1,0402
14	1,1039	1,0994	1,0971	1,0047	1,0922	1,0897	1,0844	1,0788	1,0729	1,0603	1,0460
15	1,1116	1,1069	1,1045	1,1020	1,0994	1,0968	1,0014	1,0857	1,0798	1,0671	1,0537
16	1,1194	1,1145	1,1120	1,1094	1,1067	1,1040	1,0985	1,0927	1,0868	1,0740	1,0005
17	1,1272	1,1221	1,1195	1,1168	1,1141	1,1113	1,1057	1,0098	1,0938	1,0809	1,0674
18	1,1361	1,1298	1,1271	1,1343	1,1215	1,1187	1,1139	1,1070	1,1009	1,0879	1,0744
19	1,1430	1,1375	1,1347	1,1318	1,1290	1,1261	1,1302	1,1142	1,1081	1,0950	1,0814
20	1,1510	1,1453	1,1424	1,1394	1,1365	1,1335	1,1275	1,1215	1,1153	1,1021	1,0885
21	1,1590	1,1531	1,1501	1,1471	1,1441	1,1410	1,1340	1,1208	1,1226	1,1093	1,0957
22	1,1670	1,1609	1,1579	1,1548	1,1517	1,1486	1,1434	1,1362	1,1209	1,1166	1,1089
23	1,1751	1,1688	1,1657	1,1626	1,1594	1,1563	1,1500	1,1437	1,1373	1,1239	1,1102
24	1,1833	1,1768	1,1736	1,1704	1,1672	1,1640	1,1576	1,1612	1,1448	1,1313	1,1176
25	1,1914	1,1848	1,1816	1,1783	1,1750	1,1718	1,1653	1,1588	1,1523	1,1388	1,1250
26	1,1996	1,1929	1,1896	1,1862	1,1829	1,1796	1,1730	1,1665	1,1599	1,1463	1,1325
27	1,2078	1,2010	1,1976	1,1942	1,1909	1,1875	1,1808	1,1742	1,1076	1,1539	1,1400
28	1,2180	1,2091	1,3057	1,2023	1,1989	1,1955	1,1887	1,1820	1,1753	1,1616	1,1476
29	1,2243	1,2173	1,2138	1,2104	1,2069	1,2035	1,1966	1,1896	1,1831	1,1093	1,1553
30	1,2326	1,2255	1,2220	1,2185	1,2150	1,2115	1,2046	1,1977	1,1900	1,1771	1,1630

%	0°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C	100°C
31	1.3400	1.2338	1.2302	1.2267	1.2232	1.2196	1.2126	1.2067	1.1988	1.1849	1.1708
32	1.2493	1.2421	1.2385	1.2349	1.2314	1.2278	1.2307	1.2137	1.2068	1.1928	1.1787
33	1.2877	1.2504	1.3468	1.3432	1.2396	1.2300	1.2289	1.2218	1.2148	1.2008	1.1866
34	1.2661	1.2588	1.2552	1.2515	1.3479	1.3443	1.2371	1.2300	1.2229	1.2088	1.1046
35	1.2746	1.2672	1.2636	1.2599	1.2563	1.3536	1.2454	1.2383	1.2311	1.2160	1.2027
36	1.2831	1.2757	1.2720	1.2684	1.2647	1.3610	1.3538	1.2406	1.2394	1.2251	1.2109
37	1.2917	1.2843	1.2805	1.2760	1.2732	1.2695	1.2622	1.2650	1.2477	1.2334	1.2192
38	1.3004	1.2929	1.2891	1.2855	1.2818	1.3780	1.2707	1.2635	1.2561	1.2418	1.2276
39	1.3091	1.3016	1.2078	1.2941	1.2904	1.2866	1.2798	1.2720	1.2646	1.2503	1.2361
40	1.3179	1.3103	1.3065	1.3028	1.2991	1.2953	1.2880	1.2800	1.2732	1.2569	1.2446
41	1.3268	1.3191	1.3153	1.3116	1.3079	1.3041	1.2967	1.2893	1.2819	1.2675	1.2632
42	1.3357	1.3280	1.3342	1.3205	1.3167	1.3129	1.3065	1.2981	1.2907	1.2762	1.9619
43	1.3447	1.3370	1.3332	1.3294	1.3256	1.3218	1.3144	1.3070	1.2996	1.2850	1.2707
44	1.3538	1.3461	1.3423	1.3384	1.3346	1.3308	1.3234	1.3100	1.3086	1.2939	1.2796
45	1.3630	1.3553	1.3515	1.3476	1.3437	1.3399	1.3335	1.3251	1.3177	1.3039	1.2886
46	1.3724	1.3646	1.3608	1.3569	1.3530	1.3402	1.3417	1.8343	1.3269	1.3120	1.2976
47	1.3819	1.3740	1.3702	1.3663	1.3624	1.3586	1.3510	1.3435	1.3362	1.3212	1.3067
48	1.3915	1.3835	1.3797	1.3758	1.3719	1.3680	1.3004	1.3528	1.3455	1.3306	1.8159
49	1.4012	1.3931	1.3893	1.3854	1.3814	1.3775	1.3099	1.3623	1.3540	1.3399	1.3253
50	1.4110	1.4029	1.3900	1.3951	1.3911	1.3872	1.3795	1.8719	1.3644	1.3494	1.3348
51	1.4200	1.4128	1.4088	1.4049	1.4009	1.3970	1.3893	1.3816	1.3740	1.3590	1.3444
52	1.4310	1.4228	1.4188	1.4148	1.4109	1.4069	1.3991	1.3914	1.3837	1.3687	1.3540
53	1.4412	1.4329	1.4280	1.4248	1.4309	1.4169	1.4091	1.4013	1.3936	1.3785	1.3637
54	1.4515	1.4431	1.4391	1.4350	1.4310	1.4270	1.4191	1.4113	1.4036	1.3884	1.3735
55	1.4619	1.4535	1.4494	1.4453	1.4412	1.4373	1.4293	1.4214	1.4137	1.3984	1.3834
56	1.4731	1.4640	1.4598	1.4557	1.4516	1.4475	1.4396	1.4317	1.4239	1.4085	1.3934
57	1.4830	1.4746	1.4708	1.4662	1.4621	1.4080	1.4500	1.4420	1.4342	1.4187	1.4035
58	1.4937	1.4852	1.4809	1.4768	1.4726	1.4685	1.4004	1.4524	1.4446	1.4290	1.4137
59	1.5045	1.4959	1.4916	1.4875	1.4832	1.4791	1.4709	1.4629	1.4551	1.4393	1.4240
60	1.5154	1.5067	1.5024	1.4983	1.4940	1.4898	1.4816	1.4735	1.4656	1.4497	1.4344
61	1.5264	1.5177	1.5133	1.5091	1.5048	1.5006	1.4923	1.4842	1.4762	1.4602	1.4449

## Приложение Г (обязательное)

### Процедура приготовления растворов с известными значениями массовой концентрации растворенного в воде кислорода

Г.1 Готовят не менее двух контрольных растворов растворенного кислорода в воде в зависимости от используемого датчика в каждом из диапазонов измерений: от 0,01 до 2 мг/дм<sup>3</sup>, от 0,01 до 20 мг/дм<sup>3</sup>. Контрольные растворы готовят непосредственно перед измерениями, начиная с раствора меньшей концентрации. Сосуд вместимостью 1000 или 1500 см<sup>3</sup> заполняют на  $\frac{3}{4}$  объема дистиллированной водой, опускают стержень магнитной мешалки, термометр, закрывают крышкой и помещают в термостат с установленной температурой. После установления температуры сосуд с дистиллированной водой достают из термостата и помещают на магнитную мешалку, предварительно протерев его салфеткой. В сосуд с водой помещают капиллярную трубку с барботером, включают мешалку. Капиллярную трубку соединяют с редуктором баллона со стандартными образцами состава кислорода в азоте. Открывают вентиль баллона с ГСО при закрытом редукторе, затем плавно открывают вентиль редуктора, подают газовую смесь. Насыщение воды кислородом из баллона проводят не менее 30 минут.

Предварительно рассчитывают объемную долю кислорода  $X_{ГС}$ , %, которую необходимо подавать для насыщения воды кислородом, по формуле:

$$X_{ГС} = \frac{C_d}{A \cdot P \cdot P_0 \cdot X_0},$$

где  $A$  – растворимость (равновесная концентрация) кислорода в воде при нормальном давлении ( $P_0=101,3$  кПа) и температуре  $t$ , определенная йодометрическим методом и приведенная в таблице Г.2, мг/дм<sup>3</sup>;

$P$  – атмосферное давление при проведении поверки, кПа;

$P_0$  – нормальное давление,  $P_0 = 101,3$  кПа;

$X_0$  – объемная доля кислорода при нормальных условиях,  $X_0 = 20,94$  %;

$C_d$  – действительное значение массовой концентрации кислорода в контрольных растворах, мг/дм<sup>3</sup>.

Пример контрольных растворов с рассчитанными массовыми концентрациями кислорода в воде при температуре +25 °С и давлении 101,3 кПа приведен в таблице Г.1.

Таблица Г.1 - Номинальные значения массовой концентрации растворенного в воде кислорода в контрольных растворах для поверки при температуре +25 °С и давлении 101,3 кПа.

Диапазон измерений массовой концентрации кислорода	Номинальные значения содержания кислорода в ПГС и контрольных растворах	
	Молярная доля кислорода в ПГС, %	Массовая концентрация кислорода в воде, мг/дм <sup>3</sup>
от 0,01 до 2 мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,01
	2,5	1,0
	5,0	2,0
св. 2 до 20 мг/дм <sup>3</sup> .	12,7	5,0
	25,4	10,0
	50,7	20,0

Таблица Г.2 - Значения равновесных концентраций  $A$  кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении 101,325 кПа (760 мм.рт.ст.) в зависимости от температуры, мг/дм<sup>3</sup>.

T, °C A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,62	14,58	14,54	14,50	14,46	14,42	14,38	14,34	14,30	14,26
1	14,22	14,18	14,14	14,10	14,06	14,02	13,98	13,94	13,90	13,87
2	13,83	13,79	13,75	13,72	13,68	13,64	13,60	13,57	13,53	13,49
3	13,46	13,42	13,38	13,35	13,32	13,28	13,24	13,21	13,17	13,14

T, °C A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	13,11	13,07	13,04	13,00	12,97	12,93	12,90	12,87	12,83	12,80
5	12,77	12,74	12,70	12,67	12,64	12,61	12,57	12,54	12,51	12,48
6	12,45	12,41	12,38	12,35	12,32	12,29	12,26	12,23	12,20	12,17
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,79	11,76	11,73	11,70	11,67	11,64	11,62	11,59
9	11,56	11,53	11,51	11,48	11,45	11,42	11,40	11,37	11,34	11,32
10	11,29	11,26	11,24	11,21	11,18	11,16	11,13	11,11	11,08	11,06
11	11,03	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,88	10,85	10,83	10,81
12	10,78	10,76	10,73	10,71	10,68	10,66	10,64	10,61	10,59	10,56
13	10,54	10,52	10,49	10,47	10,45	10,42	10,40	10,38	10,36	10,33
14	10,31	10,29	10,27	10,24	10,22	10,20	10,18	10,15	10,13	10,11
15	10,08	10,06	10,04	10,02	10,00	9,98	9,96	9,94	9,92	9,90
16	9,87	9,85	9,83	9,81	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69
17	9,66	9,64	9,62	9,60	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,49
18	9,47	9,45	9,43	9,41	9,39	9,37	9,36	9,34	9,32	9,30
19	9,28	9,26	9,24	9,22	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,11
20	9,09	9,08	9,06	9,04	9,02	9,01	8,99	8,97	8,95	8,93
21	8,91	8,89	8,87	8,86	8,85	8,83	8,81	8,80	8,78	8,76
22	8,74	8,73	8,71	8,69	8,68	8,66	8,64	8,63	8,61	8,60
23	8,58	8,56	8,55	8,53	8,51	8,50	8,48	8,47	8,45	8,43
24	8,42	8,40	8,39	8,37	8,36	8,34	8,32	8,31	8,29	8,28
25	8,26	8,25	8,23	8,22	8,20	8,19	8,17	8,16	8,14	8,13
26	8,11	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04	8,02	8,01	7,99	7,98
27	7,97	7,95	7,94	7,92	7,91	7,89	7,88	7,87	7,85	7,84
28	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,76	7,74	7,73	7,71	7,70
29	7,69	7,67	7,66	7,65	7,63	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57
30	7,56	7,54	7,53	7,52	7,50	7,49	7,48	7,46	7,45	7,44
31	7,45	7,44	7,43	7,42	7,41	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35
32	7,33	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,26	7,25	7,24	7,23
33	7,22	7,21	7,19	7,18	7,17	7,16	7,15	7,14	7,13	7,11
34	7,10	7,09	7,08	7,07	7,06	7,05	7,04	7,03	7,01	7,00
35	6,99	6,98	6,97	6,96	6,95	6,94	6,93	6,92	6,90	6,89

Затем опускают в сосуд датчик анализатора, при этом насыщение кислородом продолжают. Проводят измерения массовой концентрации растворенного кислорода до стабилизации показаний поверяемого анализатора. После достижения устойчивых показаний, регистрируют показания массовой концентрации кислорода, температуру воды и атмосферное давление.

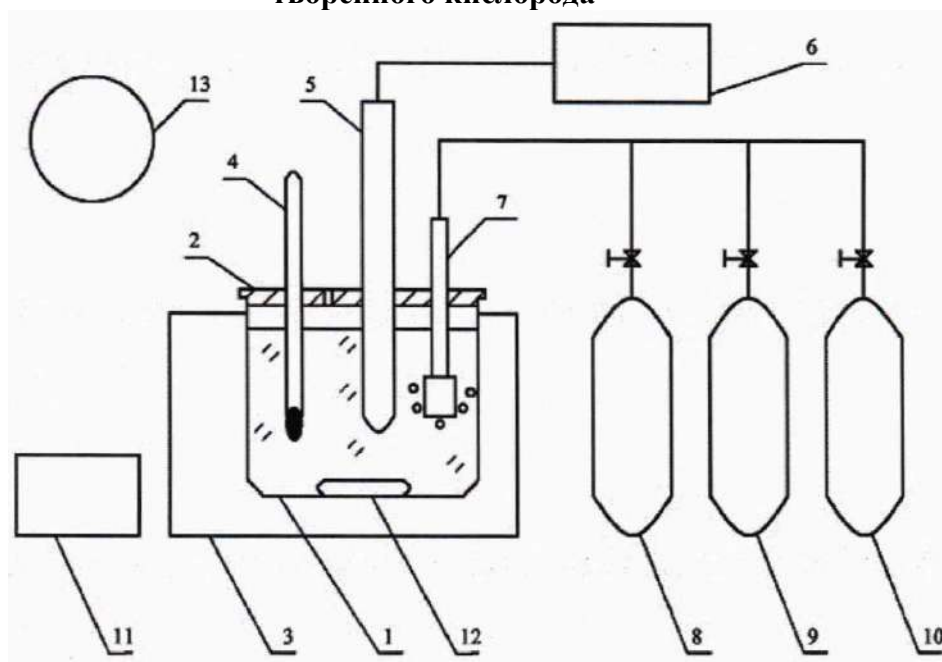
Г.2 Растворимость (равновесная концентрация) кислорода в воде при н.у., определенная йодометрическим методом.

Условия насыщения (условия равновесия): атмосферное давление 101,3 кПа, что соответствует 760 мм.рт.ст.; относительная влажность воздуха 10 %, объемное содержание кислорода в воздухе – 20,94 %.

При температуре воздуха и воды +20 °С, атмосферном давлении 101,3 кПа, плотности кислорода 1,428 кг/м<sup>3</sup> в 1 литре воды растворится 6,36 см<sup>3</sup> или 9,08 мг кислорода, т.е. 9,08 мг/дм<sup>3</sup>.

**Приложение Д  
(рекомендуемое)**

**Схема установки для поверки анализатора по каналу массовой концентрации растворенного кислорода**



1 – стакан/сосуд, 2 – крышка, 3 – термостат, 4 – термометр, 5 – датчик массовой концентрации растворенного кислорода, 6 – вторичный преобразователь (электронный блок); 7 – барботер; 8, 9, 10 – баллоны с ГСО и ПНГ; 11 – магнитная мешалка; 12 – стержень магнитной мешалки, 13 – СИ для измерений давления.

Рисунок Д.1 – Установка для поверки анализатора по каналу массовой концентрации растворенного кислорода