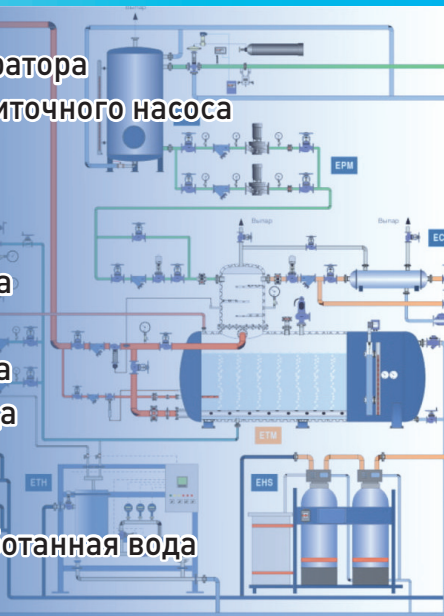


**Крисмас**<sup>®</sup>

Вода после деаэратора  
Вода после подпиточного насоса  
Исходная вода  
Конденсаты  
Котловая вода  
Осветлённая вода  
Очищенная вода  
Питательная вода  
Подпиточная вода  
Сетевая вода  
Умягчённая вода  
Химически обработанная вода



# Руководство

по аналитическому  
химическому  
контролю  
при водоподготовке  
и эксплуатации  
котельного  
оборудования



Санкт-Петербург  
2024

Научно-производственное объединение  
ЗАО «Крисмас+»

---

**РУКОВОДСТВО  
ПО АНАЛИТИЧЕСКОМУ  
ХИМИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ  
ПРИ ВОДОПОДГОТОВКЕ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Под ред. канд. хим. наук  
А. Г. Муравьёва*

Санкт-Петербург  
2024

УДК 543.3:621.18+543.68+628.161.1

ББК: 31.370.42+38.761.1+24.434

Р85

*Авторы:*

Александр Григорьевич Муравьев, Ирина Васильевна Субботина,  
Елена Борисовна Кравцова, Нина Алексеевна Осадчая,  
Наталья Евгеньевна Сергеева

*Рецензенты:*

Георгий Александрович Самбурский — д-р технич. наук, доцент, зав. кафедрой экологической и промышленной безопасности Российского технологического университета МИРЭА (РТУ-МИРЭА), профессор кафедры промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева, председатель технического комитета ТК 343 «Качество воды» Росстандарта, председатель Межгосударственного технического комитета стран СНГ по стандартизации МТК «Качество воды».

Ольга Владимировна Гусева — канд. технич. наук, начальник отдела водоподготовки ООО «НПФ Траверс».

**Руководство по аналитическому химическому контролю при водоподготовке и эксплуатации котельного оборудования** / А. Г. Муравьев, И. В. Субботина, Е. Б. Кравцова, Н. А. Осадчая, Н. Е. Сергеева ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьева. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Крисмас+, 2024. — 344 с. ; ил.  
ISBN 978-5-89495-295-6.

Настоящее руководство содержит методики определения показателей, оцениваемых при водном аналитическом контроле с применением портативного оборудования химическими, физико-химическими, приборными и расчётно-графическими методами. Включает основные сведения о контролируемых показателях, применяемом оборудовании, выполняемых типовых операциях, правилах отбора проб и мерах безопасности, подготовке к анализу и порядке выполнения определений и др.

Руководство адресовано специалистам, занимающимся водным аналитическим химическим контролем, профессиональным обучением и повышением квалификации работников теплоэнергетических предприятий, паросиловых хозяйств, станций химводочистки и т. п.

Издание также может быть использовано оператором-аналитиком как эксплуатационное руководство по выполнению водного аналитического химического контроля, а также как методическое руководство по водно-химическому анализу с применением технологий ЗАО «Крисмас+».

УДК 543.3:621.18+543.68+628.161.1

ББК 31.370.42+38.761.1+24.434

ISBN 978-5-89495-295-6

© ЗАО «Крисмас+», 2024

**В полном (не сокращённом) варианте данное издание руководства доступно:**

1) в составе сопроводительной документации к поставляемой продукции для водного аналитического химического контроля (портативные лаборатории ВХЭЛ, НКВ-12.1 и др.);

2) при заказе документации через интернет-магазин на сайте:  
<https://shop.christmas-plus.ru/>

3) в размещённой библиотеке изданий ЗАО "Крисмас+" на сайте  
<https://elibrary.ru/>.

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Введение. О промышленном водопотреблении и контроле</b> .....	8
<b>2. Аналитический химический контроль в обеспечении водно-химического режима при водоподготовке и эксплуатации энергетического оборудования</b> .....	11
2.1. Общие правила организации работы .....	11
2.2. Нормы качества воды .....	12
<b>3. Характеристики методов и применяемого оборудования, используемых при аналитическом химическом контроле</b> .....	14
3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики .....	14
3.2. О технологиях контроля .....	24
3.3. Водно-химическая экспресс-лаборатория ВХЭЛ .....	29
3.4. Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка» .....	39
3.5. Тест-комплекты для химического контроля воды .....	49
3.6. Приборы контроля воды (анализаторы состава) .....	53
3.6.1. рН-метры.....	54
3.6.2. Кондуктометры.....	56
3.6.3. Кислородомеры .....	59
3.6.4. Иономеры .....	61
<b>4. Основные сведения о работе с портативным оборудованием для аналитического химического контроля</b> .....	63
4.1. Общие правила применения портативных лабораторий .....	63
4.1.1. Правила обращения с посудой и другими средствами комплектации изделий.....	64
4.1.2. Подготовительные работы к выполняемым определениям .....	65
4.1.3. О сроках службы оборудования и сроках годности реагентов .....	66
4.1.4. О качестве растворов и чистоте посуды .....	68
4.2. Рабочие условия при анализе .....	68
4.3. Требования к квалификации оператора .....	69
4.4. Обеспечение точности при анализе с применением портативного оборудования .....	70
4.4.1. О точности применяемых методик контроля химических показателей .....	70
4.4.2. Надлежащая лабораторная практика в аналитическом химическом контроле .....	71
4.4.3. О мерах по обеспечению качества результатов анализа и выявлению грубых ошибок .....	73

---

<b>5. Особенности методов анализа и выполняемых операций</b> .....	76
5.1. Типовые операции, выполняемые при анализе .....	76
5.2. Использование очищенной воды для химического анализа .....	81
5.3. Анализ колориметрическими методами .....	84
5.3.1. Визуально-колориметрические методы .....	85
5.3.2. Фотометрические методы .....	87
5.4. Анализ титриметрическими методами .....	90
<b>6. Меры безопасности</b> .....	95
6.1. Общие сведения и правила безопасности при работах по аналитическому химическому контролю .....	95
6.2. Правила работы с едкими химическими веществами и растворами .....	98
6.3. Правила работы с растворителями и опасными химическими веществами .....	100
6.3.1. Правила работы с растворителями .....	100
6.3.2. Правила работы с опасными химическими реагентами и растворами .....	100
6.4. Основные факторы опасности при выполнении работ .....	104
6.5. Правила утилизации .....	105
<b>7. Отбор, консервация и хранение проб</b> .....	107
7.1. Подготовка посуды для отбора проб воды .....	107
7.2. Применение устройств для отбора проб воды и пара .....	108
7.3. Отбор и хранение проб .....	110
<b>8. Методика выполнения определений</b> .....	113
8.1. Алюминий .....	114
8.1.1. Колориметрическое определение алюминия с алюминоном .....	114
8.2. Аммиак и аммоний .....	119
8.2.1. Определение аммиака в котловой воде .....	119
8.2.1.1. Прямое титриметрическое определение аммиака в конденсате насыщенного пара .....	123
8.2.1.2. Титриметрическое определение аммиака в питательной воде с упариванием пробы .....	124
8.2.1.3. Визуально-колориметрическое определение аммиака .....	126
8.2.2. Определение аммония в природной воде .....	127
8.2.2.1. Колориметрическое определение аммония стандартным методом с реактивом Несслера .....	127
8.3. Водородный показатель (рН) .....	130
8.3.1. Стандартное визуально-колориметрическое (индикационное) определение рН .....	131
8.3.2. Приближённое визуально-колориметрическое определение интервала значений рН .....	133
8.3.3. Потенциометрическое определение рН с применением стандартного рН-метра .....	135

---

8.4. Железо общее .....	136
8.4.1. Визуально-колориметрическое определение железа общего в котловой воде сульфосалициловым методом .....	136
8.4.2. Колориметрическое определение железа общего в природной воде орто-фенантролиновым методом .....	142
8.5. Жёсткость общая .....	146
8.5.1. Титриметрическое определение общей жёсткости котловой воды .....	147
8.5.1.1. Титриметрическое определение общей жёсткости при значениях более 0,1 °Ж .....	150
8.5.1.2. Титриметрическое определение общей жёсткости при значениях 0,02–0,1 °Ж .....	152
8.5.2. Титриметрическое определение общей жёсткости природной воды .....	153
8.6. Жёсткость кальциевая .....	157
8.6.1. Титриметрическое определение кальциевой жёсткости с трилоном Б и хромовым тёмно-синим в сильнощелочной среде .....	157
8.7. Жёсткость карбонатная (расчётно-графический метод) .....	160
8.8. Жёсткость условная сульфатно-кальциевая (расчётно-графический метод) .....	162
8.9. Карбонаты и гидрокарбонаты.....	165
8.9.1. Титриметрическое определение карбонатов, гидрокарбонатов и щёлочности в природной воде .....	165
8.10. Кислород .....	172
8.10.1. Визуально-колориметрическое определение кислорода с индигокармином .....	173
8.10.2. Титриметрическое определение кислорода по Винклеру .....	186
8.10.3. Электрометрическое определение кислорода с применением кислородомера .....	196
8.11. Кремниевая кислота и кремний .....	198
8.11.1. Колориметрическое определение кремнекислоты с молибдатом аммония в котловой воде (в пересчёте на SiO <sub>2</sub> ) .....	198
8.11.2. Колориметрическое определение кремнекислоты с молибдатом аммония в природной воде (в пересчёте на Si) .....	205
8.12. Марганец .....	211
8.12.1. Колориметрическое определение марганца с формальдоксимом .....	211
8.13. Медь .....	216
8.13.1. Колориметрическое определение меди с диэтилдитиокарбаматом .....	216
8.14. Нефтепродукты .....	222
8.14.1. Экстракционное бумажно-хроматографическое определение нефтепродуктов .....	223

---

---

8.15. Нитраты .....	231
8.15.1. Визуально-колориметрическое определение нитратов с восстановителем и реактивом Грисса .....	231
8.16. Нитриты .....	234
8.16.1. Колориметрическое определение нитритов с реактивом Грисса .....	234
8.17. Окисляемость перманганатная (перманганатный индекс) .....	237
8.17.1. Титриметрическое определение перманганатной окисляемости методом Кубеля .....	238
8.18. Прозрачность и мутность .....	246
8.18.1. Визуальное определение прозрачности по шрифту с определением мутности по номограмме .....	246
8.19. Сульфаты и кислотность .....	250
8.19.1. Титриметрическое определение сульфатов по индикатору органиловому К .....	251
8.19.2. Определение приближенного значения концентрации сульфатов (расчётный метод) .....	254
8.19.3. Титриметрическое определение кислотности воды после Н-катионирования .....	255
8.20. Сульфиты .....	258
8.20.1. Определение сульфитов методом обратного йодометрического титрования .....	259
8.21. Углекислота свободная (двуокись углерода свободная) .....	264
8.21.1. Определение свободной углекислоты методом титрования аликвот со свидетелем .....	265
8.22. Удельная электрическая проводимость и солесодержание .....	272
8.22.1. Кондуктометрическое определение удельной электрической проводимости и солесодержания .....	273
8.23. Фосфаты .....	278
8.23.1. Титриметрическое определение фосфатов в котловой воде с однозамещённым фосфатом калия .....	279
8.23.2. Колориметрическое определение фосфатов и гидролизующихся полифосфатов с молибдатом аммония и аскорбиновой кислотой в природной воде .....	285
8.24. Хлориды .....	292
8.24.1. Аргентометрическое определение хлоридов с хроматом калия в природной воде .....	292
8.24.2. Аргентометрическое определение хлоридов с хроматом калия в котловой воде .....	298
8.24.3. Определение хлорида с применением иономера И-510 .....	302
8.25. Цветность .....	303
8.25.1. Колориметрическое определение цветности природной воды .....	303
8.26. Цинк .....	309
8.26.1. Колориметрическое определение цинка с сульфарсазеном .....	309



---

8.27. Щёлочность общая .....	315
8.27.1. Титриметрическое определение общей щёлочности исходной, известкованной, катионированной и питательной воды .....	317
8.27.2. Титриметрическое определение общей щёлочности котловой воды .....	319
8.27.3. Определение общей щёлочности воды типа конденсата .....	320
8.28. Щёлочность карбонатная (расчётно-графический метод) .....	321
<b>СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>322</b>
А. Справочная литература .....	322
Б. Российские государственные и отраслевые стандарты .....	322
В. Методики измерений ЗАО «Крисмас+» .....	323
Г. Методики количественного химического анализа (ПНД Ф, РД) и методические указания по анализу вод (МУ) .....	324
Алфавитный указатель .....	328
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>333</b>
Приложение 1 (справочное). Типовой объём (план) аналитического химического контроля .....	334
Приложение 2. Состав информационных материалов для скачивания от производителя (на сайте ЗАО «Крисмас+») .....	335
Приложение 3. Набор посуды многофункциональный .....	336
Приложение 4. Набор для приготовления очищенной воды для химического анализа (набор ВХА) .....	337
Приложение 5. Информационный материал. Оснащение аналитического химического контроля на промышленных предприятиях .....	339

### 1. ВВЕДЕНИЕ. О ПРОМЫШЛЕННОМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИИ И КОНТРОЛЕ

В современном мире с его промышленными технологиями всё большее значение приобретает качество используемой воды. Это побуждает применять (получать и использовать) на предприятиях различных отраслей промышленности воду, соответствующую определённым требованиям в зависимости от применяемых на предприятии производственных технологий. Качество потребляемой в техносфере воды выражается перечнями показателей с их установленными нормативными значениями, что требует применения соответствующих методик контроля. Однако перечни показателей, нормы значений и методики контроля могут существенно различаться в разных отраслях. И это неудивительно, так как требования к качеству воды устанавливаются в зависимости от назначения воды, причём эти требования в промышленном водопотреблении бывают значительно более жёсткими, чем соответствующие гигиенические и экологические нормы и требования, а для некоторых технологических нужд носят особый, специфический характер.

Вода, применяемая в промышленном производстве (продукции, тепла, электроэнергии и др.) подлежит **обязательной водоподготовке** (химводоочистке, кондиционированию, обработке), что реализуется с применением различных технологий и соответствующего оборудования для контроля параметров воды. Специальная очистка и водоподготовка на производстве начинаются с исходной воды, источником которой могут быть различные водопроводные сети, водоисточники, грунтовые воды. Далее потребляемая производством вода претерпевает обработку в технологиях, обеспечивающих требования соответствующей технологической сетевой схемы с учётом рабочих параметров оборудования также с надлежащим аналитическим химическим контролем. Обычно это стадии реагентной коррекции воды, кондиционирования и т. п. Работа на современном оборудовании требует обязательного соблюдения установленных производителем норм эксплуатации, поэтому особую актуальность вопросы водоподготовки приобретают в связи с обновлением оборудования на многочисленных предприятиях, установкой современного и дорогостоящего оборудования (производственного, котельного, энергетического и т. п.) взамен устаревшего.

Энергетическое оборудование паросилового хозяйства имеется на многих промышленных и энергетических предприятиях, в жилищно-коммунальном хозяйстве, на крупных объектах транспорта (на судах) и др. В схемах имеющегося

на объектах котельного оборудования, а также тепловых и теплофикационных сетей функционируют воды различного назначения: подпиточные, питательные, котловые воды; воды отдельных сетевых устройств (деаэраторы, насосы и др.); сетевые воды, различные конденсаты и др. Требования к воде в существенной степени зависят также от назначения разнообразного оборудования, параметров его работы (давления и температуры) и материалов оборудования, и эти требования изложены в соответствующих стандартах, нормативно-технических документах (НТД), методических указаниях и т. п. Сложность физических и химических процессов, происходящих в энергетическом оборудовании, обуславливает необходимость поддержания требуемого **водно-химического режима** при эксплуатации оборудования.

Для устойчивой и бесперебойной работы оборудования и соответствующих сетей функционирующие потоки воды и конденсатов должны быть **безопасны для оборудования**, т. е. не должны образовывать накипи и вызывать коррозию металла; они также не должны способствовать вспениванию котловой воды и уносу её с паром. Это реализуется посредством очистки воды и её специальной химической обработки, при которых проводится химический контроль.

Реализация указанных принципов положена в основу существующих норм и правил эксплуатации теплового, очистного и промышленного энергетического оборудования, одним их необходимых звеньев которого является надлежащий аналитический химический контроль на всех этапах применяемых технологий. Следует отметить, что в отличие от термина «химический анализ», часто применяемого вне связи с конкретной предметной или нормативной основой, термин «аналитический химический контроль» предполагает анализ химических показателей, выполняемый в целях определения фактических значений конкретных показателей и установления их соответствия установленным в технологических регламентах нормам в целях обеспечения надлежащих условий эксплуатации оборудования (например, обеспечения водно-химических режимов).

Аналитический химический контроль имеет специфику, состоящую в необходимости обеспечения условий для выполнения химического анализа согласно утверждённому на предприятии плану контроля. В числе необходимых условий в общем случае можно указать наличие на предприятии химико-аналитической лаборатории со всей соответствующей инфраструктурой (тепло-, водо- и электроснабжение, аналитическое оборудование, запас расходуемых материалов, укомплектованность кадрами и др.). Вместе с тем производимое и поставляемое портативное оборудование от научно-производственного объединения ЗАО «Крисмас+» позволяет значительно упростить работу по аналитическому химическому контролю на предприятии. Данное оборудование представлено выпускаемыми в разных модификациях водно-химическими ла-

бораториями котловыми типа ВХЭЛ, настольными водными аналитическими лабораториями типа НКВ-12.1 для водоподготовки, тест-комплектами, а также комплектами пополнения расходуемых материалов ко всему оборудованию.

Для портативного оборудования, производимого «Крисмас+», характерны:

- учёт специфики работы по аналитическому химическому контролю на действующих предприятиях и в паросиловых хозяйствах;
- соответствие предусмотренным в действующих федеральных и отраслевых нормативных документах методам анализа с учётом принципов единства и точности измерений, а также рекомендаций руководящих документов, профессиональных руководств, передовых отраслевых разработок в области аналитического химического контроля;
- укомплектованность готовыми к применению химико-аналитическими реагентами и растворами, а также необходимой для анализа посудой, принадлежностями, специальным оборудованием и т. п.;
- удобные укладки оборудования — настольные, универсальные (для стационарного использования и мобильные), компактные (тест-комплекты);
- обеспеченность комплектами пополнения согласно реализуемому плану контроля;
- укомплектованность автономными приборами контроля воды, предусмотренными в НТД и др.

Важно, что оборудование для аналитического химического контроля от ЗАО «Крисмас+» эксплуатируется во многих секторах экономики и социальной сферы уже два десятилетия и хорошо зарекомендовало себя у отечественных предприятий и служб.

Настоящее руководство является эксплуатационным и информационным материалом, позволяющим получить основные сведения о работе с портативным оборудованием при аналитическом химическом контроле, составе и комплектности оборудования, правилах отбора проб и мерах безопасности, подготовке к анализу и порядке выполнения определений, включая методики определения показателей.

Совместно с паспортами на поставляемое оборудование настоящее издание предназначено для использования оператором и является сопроводительным эксплуатационным документом, регламентирующим правила и порядок работы с оборудованием для химического контроля.

Настоящее пособие может быть использовано в профессиональном обучении производственного персонала, а также персонала лабораторий аналитического химического контроля в системах межкурсовой подготовки, повышения квалификации работников энергетических предприятий, локальных паросиловых хозяйств и станций химводоочистки.

## 2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ ВОДОПОДГОТОВКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

### 2.1. Общие правила организации работы

Неотъемлемой частью правильно организованного водно-химического режима является система постоянного и представительного химического контроля, который должен быть обеспечен в соответствии с требованиями нормативных документов (РД 24.031.120, РД 24.031.121).

Аналитический химический контроль за качеством сетевой и подпиточной воды в котельных должен обеспечить надежную и экономичную эксплуатацию всех аппаратов и элементов тепловой схемы энергетической установки и в первую очередь самих котельных агрегатов.

Химический контроль проводится в соответствии с принятым на предприятии планом контроля (приложение 1) и включает **текущий оперативный контроль** за всеми стадиями подготовки подпиточной воды, включая процесс её деаэрации, водно-химический режим тепловой сети, а также **углублённый периодический контроль** за всеми типами вод, проводимый с целью фиксации фактического режима энергетической установки в целом.

Текущий оперативный контроль, проводимый при помощи автоматических или полуавтоматических приборов, должен дополняться приближёнными химико-аналитическими определениями. При отсутствии приборов непрерывной регистрации показателей в котельных всех типов рекомендуется организовать отбор представительных среднесуточных проб этих вод для анализа в дневную смену.

Углублённый периодический контроль проводится наряду с текущим оперативным химическим контролем. Углублённый контроль имеет целью получение данных о количественном составе исходной воды и динамике изменений состава воды в тракте теплоснабжающей установки, а также в системе водоподготовки и деаэрации подпиточной воды.

Получаемые данные необходимы также для установления основных показателей работы водоподготовительной установки подпиточной воды: удельного расхода реагентов, их дозы и качества, ёмкости поглощения катионитов, глубины освобождения воды от отдельных примесей и т. п.

## 2.2. Нормы качества воды

Значения нормируемых показателей качества сетевой и подпиточной воды устанавливаются при проектировании (строительстве, модернизации) объекта теплоэнергетики в зависимости от расчётной температуры воды на выходе из котла и типа систем теплоснабжения. Значения контролируемых показателей качества воды не должны превышать или выходить за пределы значений, указанных в табл. 1 (РД 24.031.120), а также в соответствующих отраслевых правилах устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

Таблица 1

### Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов

Показатель	Система теплоснабжения					
	открытая			закрытая		
	Температура сетевой воды, °С					
	115	150	200	115	150	200
Прозрачность по шрифту, см, не менее	40	40	40	30	30	30
Карбонатная жёсткость, не более, мкг-экв./кг (см. примечание 2)						
при pH не более 8,5	<u>800</u> 700	<u>750</u> 600	<u>375</u> 300	<u>800</u> 700	<u>750</u> 600	<u>375</u> 300
при pH более 8,5	Не допускается			Определяется по номограмме рис.13 (п. 8.7)		
Условная сульфатно-кальциевая жёсткость, мкг-экв./кг	Определяется по номограмме рис. 14 (п. 8.8)					
Содержание растворенного кислорода, не более, мкг/кг						
для сетевой воды	50	30	20	50	30	20
для подпиточной воды	Не более 50 мкг/кг					
Содержание соединений железа (в пересчете на Fe), не более, мкг/кг (см. примечание 2)	300	<u>300</u> 250	<u>250</u> 200	<u>600</u> 500	<u>500</u> 400	<u>375</u> 300
Значение pH при 25 °С	От 7,0 до 8,5			От 7,0 до 11,0		
Свободная углекислота, мг/кг	Должна отсутствовать или находиться в пределах, обеспечивающих поддержание pH не менее 7,0					
Содержание нефтепродуктов, мг/кг	1,0					
<b>Примечание.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведённые в таблице нормы относятся к котлам, в которых отсутствует эффект пристенного кипения воды.</li> <li>2. В числителе указаны значения для котлов на твёрдом топливе, в знаменателе — на жидком и газообразном.</li> <li>3. Нормы жёсткости и предел pH сетевой воды могут быть установлены в соответствии с утверждённой технической документации для конкретного оборудования.</li> </ol>					

Соответствующие показатели установлены различными документами также для теплоэнергетического оборудования других типов и пара (конденсата)<sup>1</sup>.

Качество подпиточной воды в напорной линии подпиточного насоса должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к соответствующим показателям сетевой воды (см. табл. 1). При оценке качества в конкретных тепловых сетях следует учитывать возможность загрязнения обратной сетевой воды растворённым кислородом и солями жёсткости.

Качество сетевой и подпиточной воды для открытых систем теплоснабжения должно дополнительно удовлетворять требованиям, предъявляемым к воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, подающим воду для хозяйственно-питьевых и (или) технических целей (СанПиН 1.2.3685).

---

<sup>1</sup> См., например, приказ Министерства энергетики РФ от 19 июня 2003 года № 229 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» (с изменениями на 13 февраля 2019 года), раздел 4.



### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТОДОВ И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ АНАЛИТИЧЕСКОМ ХИМИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ

#### 3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики

Определяемые показатели при аналитическом химическом контроле, а также методы анализа с их основными характеристиками приведены в табл. 2. Здесь же представлены действующие нормативно-технические документы на метод контроля, а также оборудование, применение которого предусмотрено при контроле соответствующих показателей.

В графе табл. 2 «Наименование показателя» приведены наименования и обозначения показателей качества воды и пара (пароконденсата), определяемых приведёнными в настоящем руководстве методиками и средствами.

В графе «Метод анализа» указано используемое в аналитической литературе название основного признака, характеризующего данный метод (титриметрический, фотометрический и т. п.), а также употребляемое название метода (например, по используемому реагенту). При описании методов использованы сокращения (приведены перед табл. 2). При анализе колориметрическими методами, как правило, предусмотрено визуальное колориметрирование окрашенной пробы, а для ряда показателей — также фотометрическое определение.

Указанные в данной графе приборные методы (в том числе при фотометрическом определении) реализуются с применением приборов, входящих в состав поставляемых изделий (указаны в графе «Наименование изделия (модуля)»).

В графе «Диапазон определяемых концентраций» приведены значения концентраций, соответствующих диапазонам измерений либо (при визуальном колориметрическом определении) цветным образцам применяемой контрольной шкалы. Такой шкалой образцов является готовая плёночная шкала, входящая в состав изделий, а также (и (или)) шкала в виде окрашенных имитационных растворов, приготавливаемая перед анализом из имеющихся в изделии реагентов (см. далее в п. 5.4). Данные по значениям определяемых концентраций приведены справочно.



### 3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики

---

Значения концентраций химических веществ приведены с учётом отраслевого подхода. При этом:

— в природной воде или в технологиях водоподготовки использована массовая или молярная концентрация эквивалентов, отнесённая на литр пробы (например,  $мг/л$  или  $ммоль/л экв.$ );

— в котловой воде, пароконденсатах, конденсатах и т. п., характерных для теплоэнергетики, концентрация выражается как отношение массы растворённого вещества к массе растворителя (например,  $мг/кг$ ). Для конденсатов и воды с малым солесодержанием  $1 мг/л$  считается численно равным  $1 мг/кг$ .

В графе «Объём пробы» указан объём пробы, необходимой для выполнения одного определения.

В графе «НТД на метод» приведены обозначения нормативно-технических документов (НТД) и других документов, по которым (либо с учётом которых) осуществляется определение. Полные сведения об указанных НТД приведены в списке нормативных документов.

В графе «Объект анализа» приведены сведения о пробах воды, для анализа которых применяется соответствующий метод.

В графе «Наименование изделия (модуля)» приведено наименование портативных поставляемых ЗАО «Крисмас+» изделий и (или) их модулей (в том числе приборов), применение которых предусмотрено для контроля указанным методом.

Таблица 2

### Определяемые показатели, методы анализа и комплектные изделия

Сокращения в таблице: В — визуальный; ВК — визуально-колориметрический; ВП — вода при водоподготовке; КВ — котловая вода; П — вода природная; ПП — портативная лаборатория; ПМ — потенциометрический; ТК — тест-комплект; ТМ — титриметрический; ФМ — фотометрический (фотометр).

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Алюминий (Al <sup>3+</sup> )	Колориметрический, с алюминоном	0–0,5–2,0–6,0 мг/л (ВК) 0,15–1,0 мг/л (ФМ, 525 нм)	10	МВИ-06-151, ГОСТ 18165	П, ВП	НКВ-12.1, ТК «Алюминий», ФМ «Эко- тест-2020»
	ТМ, с соляной кислотой в присутствии смешанного индикатора	0,2–2,5 мг/л и более	100	РД 24.032.01	КВ (конденсат насыщ. пара)	ВХЭЛ-3, ТК «Аммиак КВ»
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	ТМ, по разности потребления кислоты до и после 4х-кратного упаривания	0,2–2,5 мг/л и более	100		КВ (вода питательная)	
	ВК, с реактивом Несслера	0–0,5–1,0–1,5–2,0–2,5–3,0 мг/л (по шкале имитационных растворов), 0–1,0–2,0–3,0 мг/л (по плёночной шкале)	10	РД 34.37.523.12	П, ВП, КВ	
Аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Колориметрический, с реактивом Несслера	0–1,0–2,6–5,0–7,0 мг/л (ВК), 0,2–4,0 мг/л (ФМ, 430 нм)	5,0	МВИ-04-148, ГОСТ 33045	Вода исходная (П, ВП)	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Аммоний», ФМ «Эко- тест-2020»

### 3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики

Продолжение табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Водородный показатель (рН)	ВК, по универсальному индикатору	4,5–5,0–5,5–6,0–6,5–7,0–7,5–8,0–8,5–9,0–10,0–11,0 ед. рН	5,0	РД 24.031.120, РД 24.032.01	П, ВП, КВ	ВХЭП, НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «рН КВ», ТК «рН»
	ВК, по трём индикаторам (дополнит. определение диапазонов рН)	Менее 4; 4–6; 6–7; 7–8; 8,3; более 9 ед. рН	15	РД 24.031.120	КВ	ВХЭП
	ПМ, с рН-метром	0–14 ед. рН	30–50	РД 24.032.01	П, ВП, КВ	ВХЭП-2, НКВ-12.1П, рН-метр рН-410
Железо общее (сумма Fe <sup>2+</sup> и Fe <sup>3+</sup> )	ВК, сульфосалициловый	0–0,1–0,2–0,5–1,0–2,0–4,0 мг/л (по шкале имитационных растворов), 0–0,2–0,5–2,0–4,0 мг/л (по плёночной шкале)	10 (50)	ОСТ 34-70-953.4, МУ 08-47/180, РД 24.031.120,	КВ	ВХЭП, ТК «Железо КВ»
	Колориметрический, с орто-фенантролином	0–0,1–0,3–0,7–1,0–1,5 мг/л (ВК), 0,05–2,0 мг/л (ФМ, 502 нм)	10	МВИ-01-190, ГОСТ 4011	П, ВП	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Железо общее», ФМ «Экотест-2020»
Жёсткость общая (сумма Ca <sup>2+</sup> и Mg <sup>2+</sup> )	ТМ, с трилоном Б (титрантом) и хромовым тёмно-синим	0,02–0,1 °Ж (титрант 0,005 ммоль/л экв.); более 0,1 °Ж (титрант 0,05 ммоль/л экв.)	100	РД 24.031.120, РД 24.032.01, РД 34.37.523.8	П, ВП (из-вестков., коагулир.), КВ	ВХЭП, ТК «Общая жёсткость КВ»
	ТМ, с трилоном Б (0,05 ммоль/л экв.) и хромовым тёмно-синим	0,5 до 10 °Ж и более	От 10	ГОСТ 31954, РД 52.24.395	П, ВП	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Общая жёсткость»

Продолжение табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Жёсткость кальциевая ( $Ca^{2+}$ )	ТМ, с трилоном Б и индикатором хромовым тёмно-синим в сильнокислой среде (рН 12–13)	От 0,1 ммоль/кг экв. и более	100	РД 24.031.120	ВП, КВ	ВХЭЛ-3, ТК «Жёсткость кальциевая КВ»
Жёсткость карбонатная (карбонаты кальция и магния)	Расчётно-графический, по общей жёсткости и общей щёлочности (по формуле и номограмме)	0,05–4,0 ммоль/кг экв.	–	РД 24.031.120	КВ (сетевая, подпиточная)	ВХЭЛ
Жёсткость условная сульфатно-кальциевая	Расчётный, с учётом содержания и концентрации сульфатов при данной температуре (по номограмме)	2–10 ммоль/кг экв.	–	РД 24.031.120	КВ (сетевая, подпиточная)	ВХЭЛ-3
Кальций ( $Ca^{2+}$ )	ТМ, с трилоном Б	2–500 мг/л (0,1–25 ммоль/л экв.)	10	РД 52.24.403,	П, ВП	НКВ-1, НКВ-12.1ПМ, ТК «Кальций»
Карбонаты, гидрокарбонаты, щёлочность ( $HCO_3^-$ , $CO_3^{2-}$ , $OH^-$ )	ТМ, с соляной кислотой, по фенолфталеину (карбонаты) и смешанному индикатору (гидрокарбонаты)	30 мг/л	10	ГОСТ 31957, РД 52.24.493	П, ВП	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Карбонаты, щёлочность»

### 3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики

Продолжение табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Кислород растворённый (O <sub>2</sub> )	ВК, с индигокармином	10–100 мкг/кг (по шкале растворов-имитаторов) 20–100 мкг/кг (по плёночной шкале)	150– 250	РД 24.031.120, РД 24.032.01, ОСТ 34-70-953.23	КВ (питательная котловая, конденсат пара)	ВХЭЛ, ТК «Кислород КВ»
	ТМ, по Винклеру	1,0–15 мг/л	100– 200	ПНД Ф14.1:23.101, МУ 08-47/237	П, ВП	НКВ-2, НКВ-12.1, ТК «РК-БПК»
Кислота кремниевая, в пересчёте на SiO <sub>2</sub>	Электрометрич., с применением кислородомера	0–10,0 мг/л	–	МУ 08-47/237	П, ВП, КВ	ВХЭЛ-2, ВХЭЛ-3П, НКВ-12.1П, Кислородомер МАРК-302Т с датчиком ДК-302Т
	Колориметрич., с молибдатом аммония и восстановителем	По жёлтому комплексу: 0–6–20–60 мг/кг (ВК) По синему комплексу: 0–0,4–1,0–2,0–4,0 мг/кг (ВК)	10 10	МУ 08-47/227, ОСТ 34-70-953.6	ВП, КВ	ВХЭЛ-3, ТК «Кремниевая кислота КВ»
Кремниевая кислота, в пересчёте на Si	Колориметрич., с молибдатом аммония	По жёлтому комплексу: 0–3,0–10–30 (ВК), 0,5–15,0 мг/л (ФМ, 410 нм). По синему комплексу: 0–0,2–0,5–1,0–2,0 мг/л (ВК), 0,1–2,0 мг/л (ФМ, 815 нм)	10 10	РД 52.24.433, РД 52.24.432	П, ВП	НКВ-12.1, ТК «Кремний», ФМ «Эко-тест-2020»
	Колориметрич., с формальдоксимом	0–0,5–1,0–3,0–5,0–10 мг/л (ВК), 0,08–1,0 мг/л (ФМ, 470 нм)	10	МИ-18-192, ПНД Ф14.1:2.103	П, ВП	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Марганец», ФМ «Эко-тест-2020»

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТОДОВ И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ...

Продолжение табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	Колориметрич., с диэтилдитиокарбаматом	0–1,0–2,0–5,0–10 мг/л (ВК), 0,2–4,0 мг/л (ФМ, 470 нм)	10	МИ-19-191, ГОСТ 4388	ВП, КВ	НКВ-12.1ПМ, ТК «Медь», ФМ «Эко- тест-2020»
Нефтепродукты	Экстракционный бумажно-хроматографический	0,5–28 мг/л	250– 500	Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. СПб. 2021.	П, ВП	ВХЭЛ-3ПМ, ТК «Масла и нефтепродукты в воде»
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ВК, с восстановителем и реактивом Грисса	5–90 мг/л	3,0	РД 52.24.380	П, ВП, КВ	ВХЭЛ, НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Нитраты»
Нитриты (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Колориметрич., с реактивом Грисса	0–0,02–0,1–0,5–2,0 мг/л (ВК), 0,04–0,6 мг/л (ФМ, 525 нм)	5,0	МВИ-07-149, ОСТ 34-70- 953.17	П, ВП, КВ	ВХЭЛ-3, НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Нитриты»
Окисляемость перманганатная (органич. соединения, легкоокисл.)	ТМ, метод Кубеля	0,5–10 мг/л (без разбавления пробы), 10–100 мг/л (с разбавлением пробы)	50	ПНД Ф 14.1:2.4.154	П, ВП, КВ	ВХЭЛ-3, НКВ-12.1, ТК «Окисляемость перманганатная»
Прозрачность и мутность	Визуальный, по шрифту, с определением мутности по номограмме	1–60 см (прозрачность), 0,6–30,2 мг/л (каолин), 1–52 (ЕМФ)	300– 350	ОСТ 34-70- 953.27, ПНД Ф 12.16.1, РД 24.031.120	П, ВП, КВ	ВХЭЛ, НКВ-12.1, ТК «Прозрачность и мутность»

### 3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики

Продолжение табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	ТМ, с хлоридом бария по индикатору органиловому К	30–300 мг/л	2,5	МВИ-15-142а, ГОСТ 31940, ПНД Ф 14.1.2:107	П, ПВ, КВ	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Сульфаты»
	Расчётно-графический, (по кислотности пробы и концентрации хлоридов)	0,2–50 ммоль/кг экв.	–	РД 24.031.120	КВ	ВХЭЛ-3
Сульфиты (SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	ТМ, обратное йодометрическое	1–50 мг/л	100	ПНД Ф 14.1.2:4.163	ВП, КВ	ВХЭЛ-3ПМ, ТК «Сульфиты КВ»
Углекислота свободная (H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	ТМ, титрование со свидетелем	2–100 мг/л	100	РД 52.24.515, РД 153-34.2-21.544, МУ 08-47/223	П, ВП, КВ	ВХЭЛ-3ПМ, НКВ-12.1 ПМ, ТК «Двуокись углерода свободная»
Удельная электрическая проводимость и солесодержание (по NaCl)	Кондуктометрический, с применением кондуктометра, градуированного по NaCl	2–200 000 мкСм/см 1–100000 мг/л (по NaCl)	40	РД 24.032.01, ОСТ 5Р-4049	П, ВП, КВ	ВХЭЛ-2, НКВ-12.1П, Кондуктометр «Эксперт-002-2-6Н» с датчиком УЭН-Н-С
Фосфаты (по PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	ТМ, с однозамещённым фосфатом калия	2–100 мг/кг	1–5	РД 24.032.01	ВП, КВ	ВХЭЛ, ТК «Фосфаты КВ»

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТОДОВ И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ...

Продолжение табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Фосфаты и гидролизующиеся полифосфаты (по PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Колорим., с молибдатом аммония и аскорбиновой кислотой	0–0,5–1,0–3,5–7,0 мг/л (ВК), 0,1–3,5 мг/л (ФМ, 660 нм)	10	МВИ-05.240, ПНД Ф 14.1.2:4.112	П, ВП	НКВ-2, НКВ-12.1, ПЛ «Фосфор», ФМ «Эко-тест-2020»
	Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	10–1200 мг/л	1–50	МВИ-02-144, ПНД Ф 14.1.2:3.96	П, ВП	НКВ-1, НКВ-12.1, ТК «Хлориды»
	ТМ, аргентометрический, в прис. хромата калия	10–350 мг/л и более	25–250	МУ 08-47/238, РД 24.031.120	КВ	ВХЭП, ТК «Хлориды КВ»
	Ионометрический, с иономером И-510	$3 \times 10^{-3}$ до $5 \times 10^4$ мг/л $3 \times 10^{-8}$ до $5 \times 10^{-1}$ моль/л	50–100	РД 52.24.361	П, ВП, КВ	ВХЭП-2, ВХЭП-3П, НКВ-12.1П, Иономер И-510 с электродом ЭЛИТ-261-10
Цветность (содержание окрашенных соединений)	ВК, по плёночной хром-кобальтовой шкале	0–30–100–300–1000 град. цветности	12	ГОСТ 31868, ПНД Ф 14.1.2:4.207	П, ВП	НКВ-12.1, ТК «Цветность»
	ВК, по имитационным растворам хром-кобальтовой шкалы цветности	0–10–20–30–40–60–100–300–500 град. цветности	12	РД 52.24.497		
	ФМ, 400 нм	10–200 град. цветности (ФМ, 400 нм)	50	МВИ-10-157, ГОСТ 31868, ПНД Ф 14.1.2:4.207		Фотометр «Эксперт-003»



### 3.1. Определяемые показатели, методы анализа и их характеристики

Окончание табл. 2

Наименование показателя	Метод определения	Диапазон опред. концентраций	Объём пробы, мл	НТД на метод	Объект анализа	Наименование изделия (модуля)
Цинк ( $Zn^{2+}$ )	Колориметрич., с сульфурсазеном	0–0,5–1,0–2,5–5,0 мг/л (ВК) 0,05–0,5 мг/л (ФМ, 502 нм)	5,0	МИ-20-193, ПНД Ф 14.1:2.195	П, ВП, КВ	НКВ-12.1 ПМ, ТК «Цинк», ФМ «Эко- тест-2020»
Щёлочность общая	ТМ, с соляной кислотой, в прис. кисл.-основных индикаторов	0,1–5,0 ммоль/л экв.	25–100	РД 24.031.120, РД 24.032.01, РД 34.37.523.7	П, ВП, КВ	ВХЭЛ, НКВ-1, ТК «Щёлочность КВ»
		Менее 0,2 ммоль/л экв. (конденсат)			КВ (конденсат)	
Щёлочность карбонатная	Расчётно-графический	0,1–5,0 ммоль/кг экв.	–	РД 24.031.120	П, ВП, КВ	ВХЭЛ

#### 3.2. О технологиях контроля

В портативных лабораториях и тест-комплектах для химического контроля производства ЗАО «Крисмас+» применяются технические решения на основе портативных унифицированных технологий и методов анализа. Применяемые методики анализа согласуются с действующей федеральной и отраслевой нормативно-технической документацией на выполнение химического анализа воды при водоподготовке, водоочистке, а также при обеспечении водно-химического режима эксплуатируемого теплоэнергетического оборудования. Ряд методик анализа воды специально разработаны ЗАО «Крисмас+» (см. «Список источников, В») и внесены в Федеральный реестр методов химических измерений, что позволило реализовать преимущества оригинальных портативных технологий анализа и обеспечить нормативную основу для их широкого применения.

Используемые методы и технологии анализа обеспечивают удобство применения и портативность изделия:

- посредством применения визуально-колориметрического определения на завершающем этапе определения вместо фотометрического либо наряду с ним;

- изменения состава применяемых аналитических растворов для минимизации объёма расходуемых материалов и увеличения сроков годности растворов без ухудшения характеристик при анализе;

- введение в состав изделия некоторых растворов реагентов в повышенной концентрации для обеспечения анализа работоспособными растворами. При этом данные растворы потребителем самостоятельно разбавляются до требуемой при анализе концентрации (дистиллированной водой, растворами разбавленных кислот и т.п.);

- применения реагентов в сыпучем виде вместо растворов с целью увеличения сроков годности последних (потребитель готовит растворы самостоятельно по несложной методике);

- применения в допустимых случаях портативных упрощённых средств дозировки растворов и проб (градуированных шприцев с наконечниками, полимерных пипеток, калиброванных флаконов-капельниц, склянок и колб с метками);

- использования для анализа минимального объёма пробы;

- применения наряду с методами химического анализа также методов инструментального контроля отдельных показателей с использованием современных портативных приборов и др.

Изделие может эффективно применяться персоналом благодаря подробно изложению в прилагаемом руководстве операций отбора и подготовки проб

и выполнения определений, а также наличием различной вспомогательной информации по химическому анализу воды. Рекомендуется краткосрочное очно-заочное обучение (стажировка) оператора под наблюдением квалифицированных экспертов. Работа с группами производственного обучения должна проводиться при обязательном контроле со стороны компетентного преподавателя.

Многие из приведённых в табл. 2 показателей могут быть определены методами как полуколичественного (сигнального), так и количественного анализа. Так, при колориметрическом анализе окрашенные пробы, образующиеся в ходе анализа, колориметрируются визуально с применением окрашенных шкал на основе имитационных растворов или плёночных контрольных шкал либо фотометрируются с применением портативного фотоколориметра; при титриметрическом анализе для титрования используются полимерные пипетки либо стеклянные градуированные пипетки (бюретки). Такой подход упрощает понимание и реализацию технологий анализа, при том что получаемые с применением таких технологий приближённые данные предусмотрены рядом нормативных документов на проведение водно-химического контроля. Кроме того, выполнение определений с применением упрощённых технологий облегчает выполнение анализа работниками, даже не имеющими химико-аналитической подготовки, и широко используется в профессиональной подготовке операторов.

При количественном определении (титровании, фотометрировании) предусмотрено выполнение анализов с показателями точности, регламентированными аттестованными методиками измерений ЗАО «Крисмас+» и другими нормативными документами по анализу. При фотометрическом анализе важным является построение потребителем градуировочной характеристики по операциям, описанным в тексте соответствующего нормативного документа.

Титриметрические методы анализа, реализованные в портативных изделиях, обеспечивают высокую чувствительность анализа. При анализе колориметрическими методами высокая чувствительность анализа может быть обеспечена при фотометрировании окрашенных проб, образующихся в ходе анализа, с применением фотометра «Экотест-2020» или аналогичного типа (входят в состав некоторых модификаций портативных лабораторий).

Значения некоторых из приведённых в табл. 2 показателей, сведения о которых необходимы для обеспечения заданного водно-химического режима оборудования, определяются расчётными или расчётно-графическими методами на основе значений других, связанных показателей. Алгоритмы получения расчётных значений показателей изложены при аналитическом определении соответствующих связанных показателей. Перечень расчётных и связанных показателей, обозначения и размещение методик определения в настоящем руководстве приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Показатели, оцениваемые расчётными (расчётно-графическими) методами

Оцениваемый показатель и № пункта в руководстве		Связанный показатель и № пункта в настоящем руководстве	
Наименование показателя	№ п. методики	Наименование показателя, определяемого аналитически	№ п. методики
Жёсткость карбонатная	8.7	Общая жёсткость. Щёлочность общая	8.5. 8.27
Жёсткость условная сульфатно-кальциевая	8.8	Сульфаты. Температура воды. Солесодержание	8.19. Термом. 8.8, 8.20
Мутность	8.18	Прозрачность	8.18
Солесодержание, в виде сухого остатка, приближённое значение	8.8	Щёлочность общая. Кислотность Н-катионированной пробы. Окисляемость перманганатная	8.27. 8.19.3. 8.17
Сульфаты, приближённое значение	8.19.2	Кислотность Н-катионированной пробы. Хлориды	8.19.3. 8.24
Щёлочность карбонатная	8.28	Щёлочность по фенолфталеину. Щёлочность общая	8.27. 8.27

Совместное применение аналитических и расчётно-графических методов позволяет реализовать относительно несложные алгоритмы получения данных, необходимых для обеспечения водно-химического режима оборудования, что предусмотрено нормативными документами.

Продолжительность анализа указанными в табл. 2 методами составляет, для большинства анализируемых показателей, от 1 мин до 30 мин и не включает подготовку анализируемых проб к анализу.

Портативное оборудование для химического анализа от ЗАО «Крисмас+» (водно-химические лаборатории, тест-комплекты, наборы оборудования и расходных материалов и др.) рассчитаны на выполнение анализов без применения электропотребляющего оборудования<sup>2</sup>. Указанное оборудование обеспечивает удобство проведения аналитических операций как в лабораторных условиях, так и в разнообразных внелабораторных условиях (производственных, судовых и т.п.), при использовании предусмотренных в комплекте посуды, реагентов, растворов, приспособлений и вспомогательных средств, а также документации.

<sup>2</sup> За исключением случаев дополнительного освещения рабочего места, подогрева проб при анализе фосфатов и упаривания проб при определении железа, а также использования предусмотренных при анализе портативных приборов.

Ресурс изделий. Укомплектованные в изделиях расходные материалы (готовые реагенты, растворы и др.) позволяют выполнить, как правило, не менее 50–100 определений по каждому из показателей, за исключением анализа с применением приборов (обусловлено регламентом их применения и технического обслуживания). Ресурс восполняется комплектом пополнения расходных материалов (КП), который предназначен для замены израсходованных материалов (реагентов, готовых растворов, материалов) из состава изделия, а также по истечении их срока годности. Флаконы с реагентами и растворами из состава КП имеют размеры, позволяющие разместить их в штатные ячейки укладки самой лаборатории (тест-комплекта) для соответствующих наименований, взамен израсходованных.

Рабочие параметры применения портативного оборудования при анализе:

- 1) температура анализируемой пробы воды — от плюс 10 °С до плюс 35 °С;
- 2) температура и относительная влажность атмосферного воздуха, а также атмосферное давление — не регламентируются.

Для реализации технологий анализа на основе производимых ЗАО «Крисмас+» изделий предусмотрены (в зависимости от типа и наименования изделия) следующие средства комплектации.

- Готовые к применению аналитические реагенты и растворы, индикаторы, буферные смеси, соли, капсулированные стандартные навески реагентов для приготовления растворов потребителем.

- Калиброванные средства дозирования реагентов и растворов: колбы мерные; пипетки градуированные стеклянные, а также полимерные пипетки; склянки с метками; цилиндры мерные, флаконы с капельными дозаторами.

- Контрольные шкалы образцов окраски для визуального колориметрирования, водозащищённые.

- Материалы: бумага индикаторная, фильтровальная, хроматографическая.

- Посуда: воронки фильтровальные и делительные, колбы конические, палочки стеклянные, пробирки колориметрические и простые, стаканчики (чаши) для выпаривания, флаконы простые и капельные.

- Приборы: весы технические, набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К», кондуктометр, рН-метр, кислородомер (о приборах контроля воды см. п. 3.6).

- Принадлежности: линейка, ножницы, термометр, трубка гибкая, шпатель и др.

- Средства защиты: защитные перчатки и очки.

- Установки для титрования (закрепляются на корпусе укладочных контейнеров).

- Документация (в зависимости от типа и наименования): руководство, паспорт, сертификаты, документация на прилагаемые приборы от производителя, документация по согласованному перечню и др.

**Примечание.** В изделиях, поставляемых совместно с набором-укладкой для фотокориметрирования, потребитель получает сборник аттестованных методик измерений разработки ЗАО «Крисмас+».

Перечни средств оснащения при определении конкретных показателей приведены в разделе 8, а также в сопроводительной документации на изделия.



*Имеющиеся в составе комплектных изделий химические реагенты и материалы находятся в количествах, не создающих угрозу безопасности и жизни людей, а также окружающей среде при условиях соблюдения установленных правил безопасной работы и утилизации.*

При аналитическом химическом контроле и сопутствующем контроле воды хозяйственно-питьевого (холодного) и горячего водоснабжения могут также выполняться определения других показателей с применением портативного оборудования ([christmas-plus.ru](http://christmas-plus.ru), [krismas.pf](mailto:krismas.pf), см. также приложение 2).

Ниже приведены основные сведения об оборудовании производства ЗАО «Крисмас+», применяемом при аналитическом химическом контроле в процессах водоподготовки и эксплуатации энергетического оборудования.

### 3.3. Водно-химическая экспресс-лаборатория ВХЭЛ

Водно-химическая экспресс-лаборатория ВХЭЛ в её различных модификациях представляет специальные изделия, разработанные и производимые для нужд водопотребляющих промышленных предприятий, применяющих технологии водоподготовки и/или эксплуатирующих паросиловые и котловые хозяйства и нуждающихся в проведении аналитического химического контроля. Продукция производится ЗАО «Крисмас+» под зарегистрированной товарной маркой «КРИСМАС» (свидетельство № 404860, № 570418).

За период со времени разработки и начала серийного производства (2002 г.) лаборатории семейства ВХЭЛ претерпели многочисленные улучшения и усовершенствования, апробацию на многих теплоэнергетических предприятиях по всей России. Проведение аналитического химического контроля при оптимальном сочетании современных аттестованных методик количественного анализа и традиционных отраслевых нормативных документов по водно-химическому контролю, включая использование расчётно-графических методов, позволяет выполнять аналитические работы на приемлемом для технического персонала уровне сложности с соблюдением норм и правил контроля.

Изделие производится по ТУ 26.51.53-203-82182574-18. Продукция не подлежит обязательной сертификации.

#### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Портативная водно-химическая экспресс-лаборатория ВХЭЛ (далее — изделие, лаборатория, ВХЭЛ) предназначена для выполнения химических анализов при проведении текущего операционного аналитического химического контроля, а также углублённого периодического контроля работы теплоэнергетического оборудования и тепловых сетей. Данные, получаемые при химическом контроле с применением ВХЭЛ, позволяют выполнить оценку соответствия фактических параметров воды и пара при работе теплоэнергетического оборудования (паровых газотрубных котлов, паровых и энерготехнологических котлов, котлов-утилизаторов и т.п.) их нормативным значениям, установленным для ведения надлежащего водно-химического режима оборудования.

Лаборатория ВХЭЛ поставляется в нескольких модификациях, предусматривающих дополнительное оснащение лаборатории приборами и модулями, позволяющими потребителю реализовать наиболее подходящий вариант аналитического контроля воды.



ВХЭЛ применима для химического контроля работы оборудования при водоподготовке (химводоочистке, подготовке, коррекционной обработке воды), а также для контроля качества воды хозяйственно-питьевого водоснабжения по отдельным показателям.

Обеспечивает проведение аналитического химического контроля непосредственно в производственных условиях, при отсутствии химической лаборатории или в дополнение к ней.

Применяется на предприятиях топливно-энергетического комплекса, жилищно-коммунального хозяйства, при эксплуатации судового энергетического оборудования, в системе профессионального образования и т.п.

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

Лаборатория ВХЭЛ обеспечивает выполнение аналитического химического контроля показателей воды и пара согласно перечню с характеристиками согласно табл. 2 и прилагаемой сопроводительной документации.

Имеющиеся в изделии расходуемые материалы (реагенты, готовые растворы и др.) позволяют выполнить не менее 100 определений по каждому из показателей, за исключением определения сульфитов, а также нефтепродуктов (по 50 определений). Ресурс лаборатории ВХЭЛ восполняется комплектом пополнения расходуемых материалов КП ВХЭЛ (в состав изделия не входит), который предназначен для замены предусмотренных в составе изделия химических реактивов и растворов, а также материалов, израсходованных и/или имеющих истекший срок годности.

Срок службы изделия и сроки годности реагентов и растворов. Срок службы лаборатории модели ВХЭЛ определяется работоспособностью входящих в её состав готовых реагентов и растворов и составляет 2 года от даты выпуска при соблюдении правил транспортирования и применения, а также условий хранения реагентов, растворов и изделия в целом. Сроки годности применяемых при анализе аналитических реагентов и растворов, а также сроки службы других средств комплектации приведены в сопроводительном паспорте. Растворы, срок годности которых составляет менее 1 года, могут быть приготовлены потребителем из реагентов, размещённых в секциях и модулях изделия по методикам, описанным в настоящем руководстве и сопроводительном паспорте. По истечении срока годности расходуемых материалов лаборатория ВХЭЛ может эксплуатироваться с использованием комплекта пополнения. В жарких условиях эксплуатации срок службы изделия может сокращаться.

Сведения о сроках службы, техническом обслуживании и поверке, а также данные по условиям эксплуатации приборов, входящих в состав изделия (при их наличии), указаны в сопроводительной документации.



Габаритные размеры и масса лаборатории ВХЭЛ, а также модулей, входящих в состав изделия, приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Габаритные размеры и масса модулей ВХЭЛ

Наименование модуля	Габаритные размеры, мм (ширина × высота × глубина)	Масса не более, кг
1. Укладка малая настольная секционная	420 × 650 × 340	21
2. Укладка большая настольная секционная	780 × 650 × 360	35
3. Тест-комплект «Двуокись углерода свободная»	430 × 235 × 250	4,0
4. Тест-комплект «Масла и нефтепродукты в воде»	530 × 280 × 290	6,0
5. Тест-комплект «Прозрачность и мутность»	650 × 50 × 50	0,5
6. Тест-комплект «Сульфиты КВ»	430 × 235 × 250	3,5
7. Редуктор-бюретка	650 × 50 × 50	0,5
8. Приборы контроля воды *	—	—
9. Набор для приготовления очищенной воды: — контейнер укладочный; — колонка ионообменная (3 шт.)	530 × 280 × 290	7,0
10. Набор для отбора и переноса проб	530 × 280 × 290	3,5
11. Комплект пополнения КП ВХЭЛ (для модификации ВХЭЛ-1)	—	8,5
* Габаритные размеры и масса, а также другие характеристики приборов контроля воды, поставляемых в составе портативного оборудования для аналитического химического контроля, приведены в сопроводительной документации на них. Приборы поставляются в упаковке завода-изготовителя. См. также п. 3.6 настоящего руководства.		

## СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТНОСТЬ

Изделие поставляется в укладках и контейнерах с техническими данными согласно табл. 4. Состав поставляемых модификаций изделия и количество мест в поставке приведены в табл. 5.

**Примечание.** Данные приведены ориентировочно. Состав и комплектность конкретного изделия указаны в сопроводительном паспорте.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТОДОВ И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ...

Перечень и размещение содержащихся в изделии растворов, реагентов, посуды и принадлежностей, используемых при проведении анализов, приведены в сопроводительном паспорте к изделию (для соответствующей модификации).

Таблица 5

#### Состав поставляемых модификаций лаборатории ВХЭЛ

Сокращения в таблице: В – визуальный; ВК – визуально-колориметрический; КМ – кондуктометрический; ПМ – потенциометрический; ТМ – титриметрический; Р – расчётный (расчётно-графический); ЭБХ – экстракционный бумажно-хроматографический; ЭХ – электрохимический.

Модификация изделия (№ заказа / артикул)	Состав изделия	Определяемые показатели (метод определения, см. примечание)	Кол-во мест
ВХЭЛ-1 модернизированная (№ 3.203). 12 показателей	1. Укладка ВХЭЛ малая настольная, секционная. 2. ТК «Прозрачность и мутность». 3. Редуктор-бюретка	рН (ВК), железо общее (ВК), жёсткость общая (ТМ), жёсткость карбонатная (Р), кислород (ВК), мутность (Р), нитраты (ВК), прозрачность (В), фосфаты (ТМ), хлориды (ТМ), щёлочность карбонатная (Р), щёлочность общая (ТМ)	3
ВХЭЛ-2 модернизированная (№ 3.203.1). С приборами, 14 показателей	1. ВХЭЛ-1 2. Кондуктометр «Эксперт-002-2-6н» (датчик УЭП-Н-С), в упаковке 3. Кислородомер «Марк-302Т» (датчик ДК-302Т), в упаковке 4. рН-метр «рН-410», в упаковке 5. Ионномер И-510 (электрод ЭЛИТ-261-10), в упаковке	Показатели см. ВХЭЛ-1, а также: рН (ПМ), кислород (ЭХ), солесодержание (КМ по NaCl), удельная электрическая проводимость (КМ)	7

Модификация изделия (№ заказа / артикул)	Состав изделия	Определяемые показатели (метод определения, см. примечание)	Кол-во мест
ВХЭЛ-3 модернизированная (№ 3.203.2). 21 показатель	1. Укладка ВХЭЛ большая настольная, секционная	Показатели см. ВХЭЛ-1, а также: аммиак (ТМ, ВК), жёсткость кальциевая (ТМ), жёсткость условная сульфатно-кальциевая (Р), кислотность (ТМ), кремниевая кислота по SiO <sub>2</sub> (ВК), нитриты (ВК), окисляемость перманганатная (ТМ), сульфаты (ТМ/Р), сухой остаток (Р)	1
ВХЭЛ-3П (№ 3.203.3). С приборами, 23 показателя	1. ВХЭЛ-3 2. Кондуктометр «Эксперт-002-2-6н» (датчик УЭП-Н-С), в упаковке 3. Кислородомер «Марк-302Т» (датчик ДК-302Т), в упаковке 4. рН-метр «рН-410», в упаковке 5. Ионномер И-510 (электрод ЭЛИТ-261-10), в упаковке	Показатели см. ВХЭЛ-3, а также: рН (ПМ), кислород (ЭХ), солесодержание (КМ по NaCl), удельная электрическая проводимость (КМ)	5
ВХЭЛ-3ПМ (№ 3.203.4). С приборами и дополнительными модулями, 26 показателей	1. ВХЭЛ-3П 2. ТК «Двуокись углерода свободная» 3. ТК «Масла и нефтепродукты в воде» 4. ТК «Сульфиты КВ»	Показатели см. ВХЭЛ-3П, а также: двуокись углерода свободная (ТМ), нефтепродукты (ЭБХ), сульфиты (ТМ)	8
<b>Примечание.</b> 1. В количество показателей для модификаций включены определяемые расчётным и расчётно-графическим способами (Р). 2. Количество мест в поставляемых модификациях и комплектность оборудования может изменяться по условиям поставки.			

**Дополнительное оснащение.** Указанные ниже средства оснащения могут быть добавлены к выбранной потребителем модификации изделия (табл. 6) при заказе.

## Дополнительные средства оснащения к изделию ВХЭЛ

№ заказа / артикул	Наименование
3.300	Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К»
6.173	Набор для приготовления очищенной воды для химического анализа (приложение 4, см. также п. 5.2)
6.175	Набор для отбора и переноски проб
6.211	Набор посуды для химического анализа многофункциональный (приложение 3)
–	Тест-комплекты для анализа воды по запросу потребителя (см. п. 3.5, приложения 2)
–	Приборы контроля воды (см. п. 3.6)

Состав поставляемых модификаций ВХЭЛ приведён в табл. 5. Подробная информация о составе изделия в конкретной модификации приведена в сопроводительном паспорте на изделие. Фактическая комплектность входящих в состав изделия модулей приведена в сопроводительной документации на эти изделия.

**УСТРОЙСТВО ИЗДЕЛИЯ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УКЛАДКА**

В изделии ВХЭЛ используются разработанные ЗАО «Крисмас+» методики анализа на основе действующей нормативно-технической документации на выполнение аналитического химического контроля при эксплуатации теплоэнергетического оборудования и (по некоторым показателям) — для технологий водоподготовки. Принцип действия изделия основан на использовании химико-аналитических и химико-физических методов определения анализируемых показателей воды и пароконденсата из перечня показателей, приведённых в табл. 2. Некоторые показатели определяются расчётными (расчётно-графическими) методами на основе связанных показателей, определяемых аналитически (подробнее см. п. 3.2 и табл. 3).

Лаборатории ВХЭЛ производятся с января 2023 г. в модернизированном исполнении, включающем 2 вида настольных укладок — малую и большую, которые являются основным модулем изделия в соответствующей модификации (см. табл. 5). В укладках размещены секции с необходимыми для анализа средствами оснащения и документацией.

Укладка настольная малая секционная (рис. 1, поз. 2) выполнена в виде вертикального ящика, раскрывающегося с одной стороны. Данная укладка применяется в изделиях модификаций ВХЭЛ-1 и ВХЭЛ-2. Укладка изготовлена из водостойчивого пластика с металлокаркасом, обеспечивающим достаточную прочность при транспортировании и эксплуатации. Укладка снабжена откид-



Рисунок 1. Водно-химическая экспресс-лаборатория ВХЭЛ:  
1 — укладки настольные секционные в закрытом виде малая и большая;  
2 — лаборатория в модификации ВХЭЛ-1 с тест-комплексом «Прозрачность  
и мутность» (2а) и редуктором-бюреткой (2б);  
3 — лаборатория в модификации ВХЭЛ-3

ной полкой-столиком, образующей рабочее место оператора и позволяющей размещать реагенты и принадлежности при выполнении определений.

Укладка настольная малая включает 6 ячеек для выдвигающихся секций, в каждой из которых размещены средства для выполнения определений на соответствующие показатели — флаконы и пакеты с реагентами и растворами, посуда, вспомогательные материалы, средства защиты и др. Секции извлекаются оператором из ячеек и могут располагаться на откидном столике. Отдельные средства комплектации (лабораторная посуда, цилиндры и т.п.) размещены в пространстве на внутренней стороне дверцы (рис. 1, поз. 1 и 2). В верхней части укладочного ящика имеется крепление для фиксации открытой дверцы к корпусу ящика. Малая укладка укомплектована двумя стойками-штативами: одна используется при титровании для размещения пипетки, соединённой со шприцем гибкой полимерной трубкой, другая — для размещения стеклянного цилиндра при определении прозрачности. Стойка-штатив в рабочем положении устанавливается вертикально в петлю, укреплённую на откидной полке-столике.

Большая настольная укладка выполнена как удвоенная малая укладка с унифицированными конструкционными элементами и применяется в изделиях модификаций ВХЭЛ-3, ВХЭЛ-3П и ВХЭЛ-3ПМ (см. табл. 5). Данная укладка имеет конструкцию и компоновку, аналогичную приведённой на рис. 1 малой настольной укладке (2), также имеет ячейки для секций (рис. 2). Секции большой укладки по составу и размеру унифицированы с секциями других аналогичных изделий ЗАО «Крисмас+» (водных лабораторий НКВ-12, почвенных лабораторий ППЛ в разных модификациях) и содержат всё необходимое для анализа по показателям, предусмотренным в соответствующих модификациях. Настольная укладка имеет две дверцы, два откидных столика и две стойки-штатива. Большая настольная укладка снабжена защёлками для фиксации дверцы и ручками для переноски, однако ввиду значительной массы для размещения на стене не предназначена.

Лаборатории ВХЭЛ в малой и большой укладках могут эксплуатироваться в варианте как настольного размещения, так и с размещением на стене (переборке). Вариант настольного размещения укладок является рекомендуемым, при этом изделие должно опираться на жёсткое основание, а укладку следует жёстко и надёжно фиксировать к стене либо переборке с использованием имеющегося в составе изделия комплекта крепежа. Вариант размещения с подвеской на стене (переборке) может быть также реализован для малой настольной укладки, при этом потребителю следует обеспечить усиление стены (переборки) для достаточной механической прочности подвески изделия. Изделие в большой настольной укладке размещать с подвеской на стене (без опоры на неподвижное основание) не рекомендуется. Рекомендуемые схемы крепления приведены в паспорте на изделие. Схема крепления может изменяться в зависимости от предусмотренной в комплекте фурнитуры.



Рисунок 2. Выдвижные секции из состава лабораторий ВХЭЛ:  
 а — «Аммиак КВ»; б — «Железо общее КВ»; в — «Кальциевая жёсткость КВ»;  
 г — «Кислород КВ»; д — «Кремниевая кислота КВ»; е — «Нитраты. Нитриты. Общая щёлочность КВ»; ж — «Общая жёсткость КВ»; з — «Окисляемость перманганатная»;  
 и — «Скланки БПК»; к — «Сульфаты КВ»; л — «Хлориды КВ, pH КВ»;  
 м — «Фосфаты КВ»



#### Правила и порядок работы с изделием

Правила работы и методика применения лаборатории модели ВХЭЛ приведены в настоящем руководстве, в прилагаемом паспорте и другой сопроводительной документации.

В ходе применения изделия следует использовать реагенты и растворы, имеющие не истёкшие сроки годности, хранившиеся в надлежащих условиях, а также приготовленные в соответствии с описанными в руководстве (паспорте) процедурами.

Рекомендуется для подтверждения работоспособности анализа периодически проводить внутренний контроль правильности выполнения анализов, обращая особое внимание на соблюдение сроков годности и условий хранения расходуемых реагентов и растворов.



Обращаем внимание потребителя на необходимость обеспечения надлежащего качества очищенной воды, используемой для выполнения химического анализа (см. п. 5.2 настоящего руководства). Рекомендуется применение воды, получаемой после очистки на ионитных фильтрах водоподготовки (если имеются на действующем производственном участке), либо применение «Набора для приготовления очищенной воды для химического анализа» производства ЗАО «Крисмас+» (см. приложение 4).

В условиях длительного хранения рекомендуется изъять из изделия растворы и реагенты, имеющие сроки годности 1 год или менее (приведены в паспорте на изделие), и обеспечить им оптимальные условия хранения. Рекомендуется хранение расходуемых материалов при пониженной температуре (2–8 °С) в затемнённых местах.

При длительных перерывах в работе с лабораторией ВХЭЛ следует периодически проверять также условия хранения и герметичность упаковки флаконов с растворами и реагентами, входящими в составляющие изделие модули.

При транспортировании и/или хранении следует исключить длительное (свыше 1 недели) вероятное воздействие отрицательных температур, а также повышенных температур (более 40 °С).



### **3.4. Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка»**

Настольная лаборатория анализа воды НКВ 12.1 представляет портативные водные лаборатории семейства НКВ, разработанные и производимые ЗАО «Крисмас+» под зарегистрированной товарной маркой «КРИСМАС» (свидетельство № 404860, № 570418, патент РФ № 96342) для оснащения аналитического химического контроля на водопотребляющих промышленных предприятиях.

За период со времени разработки и начала серийного производства (1997 г.) лаборатории семейства НКВ претерпели многочисленные улучшения и усовершенствования конструкции, аттестацию используемых методик, испытания и апробации химиками-аналитиками при анализе различных вод. Это позволило в 2012 г. разработать специальную модификацию изделия НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка», не только имеющую широкое применение в технологиях водоподготовки теплоэнергетических предприятий, но и успешно применяемую при очистке и кондиционировании воды практически на каждом промышленном предприятии, а также при анализе воды хозяйственно-питьевого назначения.

Изделие производится по ТУ 26.51.53-120-82182574-2020. Продукция не подлежит обязательной сертификации.

#### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка» (далее — лаборатория НКВ-12.1, изделие) предназначена для аналитического химического контроля воды в различных технологиях водоподготовки, при анализе природных вод (воды водоёмов хозяйственно-бытового и культурно-бытового назначения), воды водопроводных сетей питьевого и горячего водоснабжения, поверхностных водоисточников и т.п.

Изделие применяется на промышленных и теплоэнергетических предприятиях, в цехах химводоочистки, паросиловых хозяйствах, водопотребляющих предприятиях и тому подобных организациях и службах, по профилю деятельности предусматривающих определение показателей качества воды и выполнение аналитического химического контроля. Применимо также в сфере профессионального образования. Обеспечивает проведение аналитического химического контроля непосредственно в производственных условиях, при отсутствии химической лаборатории или в дополнение к ней.

Лаборатория НКВ-12.1 поставляется в нескольких модификациях, предусматривающих дополнительное оснащение лаборатории приборами и моду-

лями, позволяющими потребителю реализовать наиболее подходящий вариант аналитического контроля воды.

Лаборатория НКВ-12.1 имеет большую настольную укладку и применима в качестве настольной и/или мобильной лаборатории в полевых, производственных и лабораторных условиях, в отсутствии инженерного обеспечения (водоснабжения, электроснабжения, стационарной лаборатории и т.п.) благодаря оснащению готовыми к использованию реагентами, растворами и материалами, а также необходимой посудой и другим оборудованием.

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

Лаборатория НКВ-12.1 обеспечивает выполнение аналитического химического контроля показателей воды и пара согласно перечню с характеристиками согласно табл. 2. и прилагаемому сопроводительному паспорту.

Имеющиеся в изделии расходные материалы (реагенты, готовые растворы и др.) позволяют выполнить не менее 100 определений по каждому из определяемых показателей. Ресурс лаборатории НКВ-12.1 восполняется комплектом пополнения расходных материалов КП НКВ-12.1 (в состав изделия не входит), который предназначен для замены предусмотренных в составе изделия химических реактивов и растворов, а также материалов, израсходованных и имеющих истёкший срок годности.

Срок службы изделия и сроки годности реагентов и растворов. Срок службы лаборатории модели НКВ-12.1 определяется работоспособностью входящих в её состав готовых реагентов и растворов и составляет 2 года от даты выпуска при соблюдении правил транспортирования и применения, а также условий хранения реагентов, растворов и изделия в целом. Сроки годности применяемых при анализе аналитических реагентов и растворов, а также сроки службы других средств комплектации приведены в сопроводительном паспорте. Растворы, срок годности которых менее 1 года, могут быть приготовлены потребителем из реагентов, размещённых в секциях и модулях изделия по методикам, описанным в настоящем руководстве и сопроводительном паспорте. По истечении срока годности расходных материалов лаборатория НКВ-12.1 может эксплуатироваться с использованием комплекта пополнения. В жарких условиях эксплуатации срок службы изделия может сокращаться.

Сведения о сроках службы, техническом обслуживании и поверке, а также данные по условиям эксплуатации приборов, входящих в состав изделия (при их наличии), указаны в сопроводительной документации.

Габаритные размеры и масса лаборатории НКВ-12.1, а также модулей, входящих в состав изделия, приведены в табл. 7.

Таблица 7

## Габаритные размеры и масса основных модулей НКВ-12.1

Наименование модуля	Габаритные размеры, мм	Масса не более, кг
1. Большая настольная укладка	800 × 650 × 310	35,0
2. Портативная лаборатория «Остаточный активный хлор»	530 × 280 × 290	3,5
3. Тест-комплект «Двуокись углерода свободная»	430 × 235 × 250	4,0
4. Тест-комплект «Кальций»	180 × 180 × 140	0,8
5. Тест-комплект «Медь»	180 × 180 × 140	0,8
6. Тест-комплект «Цинк»	320 × 140 × 165	3,0
7. Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К»	430 × 235 × 250	4,0
8. Приборы контроля воды*	–	–
9. Набор для приготовления очищенной воды: — контейнер укладочный; — колонка ионообменная (3 шт.)	530 × 280 × 290 650 × 60 × 40**	4,0
11. Набор для отбора и переноски проб	530 × 280 × 290	3,5
12. Комплект пополнения КП НКВ-12.1 (в состав изделия не входит)	–	10
* Габаритные размеры и масса, а также другие характеристики приборов контроля воды, поставляемых в составе портативного оборудования для аналитического химического контроля, приведены в сопроводительной документации на них. Приборы поставляются в упаковке завода-изготовителя. См. также п. 3.6 настоящего руководства.		
** Указаны размеры без упаковки (колонка ионообменная поставляется в упаковке завода-изготовителя)		

**СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ И КОМПЛЕКТНОСТЬ**

Изделие НКВ-12.1 поставляется в укладках с техническими данными согласно табл. 7. Состав поставляемых модификаций изделия и количество мест в поставке приведены в табл. 8.

**Примечание.** Данные приведены ориентировочно. Состав и комплектность конкретного изделия указаны в сопроводительном паспорте.

Подробная информация о составе изделия в конкретной модификации, в том числе перечень и размещение содержащихся в изделии растворов, реактивов, посуды и принадлежностей, используемых при проведении анализов, приведён в сопроводительной документации к изделию (для соответствующей модификации). Комплектность входящих в состав изделия модулей приведена в сопроводительной документации на них.

**Состав поставляемых модификаций лаборатории НКВ-12.1**

Сокращения в таблице: В – визуальный; ВК – визуально-колориметрический; КМ – кондуктометрический; ПМ – потенциометрический; ТМ – титриметрический; Р – расчётный (расчётно-графический); ЭХ – электрохимический.

Модификация изделия (№ заказа / артикул)	Состав	Определяемые показатели (метод определения)	Кол-во мест
НКВ-12.1 (№ 3.121). 25 показателей	1. Укладка НКВ-12.1 большая настольная, секционная	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Алюминий (ВК),</li> <li>• аммоний (ВК),</li> <li>• БПК (ТМ),</li> <li>• рН (ВК),</li> <li>• гидрокарбонаты (ТМ),</li> <li>• железо общее (ВК),</li> <li>• жёсткость карбонатная (Р),</li> <li>• жёсткость общая (ТМ),</li> <li>• карбонаты (ТМ),</li> <li>• кислород (ТМ),</li> <li>• кремниевая кислота (в пересчёте на Si) (ВК),</li> <li>• марганец (ВК),</li> <li>• мутность (Р),</li> <li>• натрий и калий (Р),</li> <li>• нитраты (ВК),</li> <li>• нитриты (ВК),</li> <li>• окисляемость перманганатная ХПК (ТМ),</li> <li>• прозрачность (В),</li> <li>• солесодержание и сухой остаток (Р),</li> <li>• сульфаты (ТМ),</li> <li>• фосфаты (ортофосфаты, по <math>\text{PO}_4^{3-}</math>) (ВК),</li> <li>• фосфаты (полифосфаты гидр., по <math>\text{PO}_4^{3-}</math>) (ВК),</li> <li>• хлориды (ТМ),</li> <li>• цветность (ВК),</li> <li>• щёлочность (свободная, общая) (ТМ)</li> </ul>	1

### 3.4. Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12.1 «Вода природная...»

Окончание табл. 8

Модификация изделия (№ заказа / артикул)	Состав	Определяемые показатели (метод определения)	Кол-во мест
НКВ-12.1П (№ 3.121.1). С приборами, 26 показателей	1. НКВ-12.1. 2. Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К». 3. рН-метр «рН-410», в упаковке. 4. Кондуктометр «Эксперт-002-2-6н» (датчик УЭП-Н-С), в упаковке. 5. Кислородомер МАРК-302Т (датчик ДК-302Т), в упаковке. 6. Иономер И-510 (электрод ЭЛИТ-261-10), в упаковке	Показатели см. НКВ-12.1, а также: • алюминий (ФМ), • аммоний (ФМ), • рН (ПМ), • железо общее (ФМ), • кислород (ЭХ), • марганец (ФМ), • нитриты (ФМ), • солесодержание (ПМ), • фосфаты (ортофосфаты, по $PO_4^{3-}$ ) (ФМ), • фосфаты (полифосфаты, гидрол., по $PO_4^{3-}$ ) (ФМ), • цветность (ФМ), • удельная электропроводность (ПМ) • хлориды (ИМ)	6
НКВ-12.1ПМ (№ 3.121.2). С приборами и дополнительными модулями, 34 показателя	1. НКВ-12.1П. 2. ПЛ «Остаточный активный хлор». 3. ТК «Двуокись углерода свободная». 4. ТК «Кальций». 5. ТК «Медь». 6. ТК «Цинк».	Показатели см. НКВ-12.1П, а также: • двуокись углерода свободная (ТМ), • кальций (ТМ), • магний (Р), • медь (ВК/ФМ), • хлор остаточный активный суммарный (ТМ), • хлор остаточный активный свободный (ТМ), • хлор остаточный активный связанный (ТМ), • цинк (ВК/ФМ)	11
<b>Примечание.</b> 1. В количество показателей для модификаций включены определяемые расчётным и расчётно-графическим способами (Р). 2. Количество мест в поставляемых модификациях и комплектность оборудования может изменяться по условиям поставки.			

**Дополнительное оснащение.** Указанные ниже средства оснащения могут быть добавлены к выбранной потребителем модификации изделия (табл. 9) при заказе.

Таблица 9

**Дополнительные средства оснащения  
к изделию НКВ-12.1**

№ заказа / артикул	Наименование
3.300	Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К»
6.175	Набор для отбора и переноски проб при анализе котловой воды
6.211	Набор посуды для химического анализа многофункциональный (приложение 3)
–	Тест-комплекты для анализа воды по запросу потребителя (приложение 2, 5)
–	Приборы контроля воды (см. п. 3.6)

Лаборатория НКВ-12.1 (3.121) поставляется в большой настольной укладке (рис. 3) и является главным модулем изделия всех модификаций.

Лаборатория НКВ-12П (арт. 3.121.1, см. табл. 8) включает в себя изделие в большой настольной укладке и приборы: набор-укладку для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К», кондуктометр «Эксперт-002», кислородомер МАРК-302Т, иономер И-510, рН-метр «рН-410» (см. п. 3.6 настоящего руководства).

Лаборатория НКВ-12ПМ (арт. 3.121.2, см. табл. 8) включает в себя большую настольную укладку, приборы и дополнительные модули: тест-комплекты «Медь», «Цинк», «Двуокись углерода свободная», «Кальций» (рис. 5) и портативную лабораторию «Остаточный активный хлор».

Комплектность изделия указана в сопроводительном паспорте на изделие.

Модули из состава лаборатории НКВ-12.1ПМ размещены в собственных укладочных контейнерах с комплектами сопроводительной документации (см. п. 3.5).





#### Устройство изделия, принцип действия и укладка

В изделии используются разработанные ЗАО «Крисмас+» методики измерений, внесённые в Федеральный реестр методов измерений, а также методики согласно действующей нормативно-технической документации на выполнение химических измерений качества воды и аналитического химического контроля при водоподготовке. Принцип действия НКВ-12.1 основан на использовании химико-аналитических и химико-физических методов определения анализируемых показателей воды, приведённых в табл. 2.

Методы химического анализа, реализованные в настольной лаборатории модели НКВ-12.1, унифицированы на основе стандартизованных методов контроля показателей качества воды. Проведение аналитического химического контроля предусматривается в полном объёме химико-аналитических методов (титриметрических, колориметрических, электрометрических) без отрыва от действующих федеральных и отраслевых НТД на выполнение анализа.

Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12.1 сформирована по модульному принципу. Имеющиеся в составе лаборатории модули с комплектов сопроводительной (эксплуатационной и др.) документации позволяют выполнять определения согласно табл. 2 настоящего руководства и прилагаемому к изделию паспорту.

Лаборатория анализа воды НКВ-12.1 в настольной большой укладке (см. рис. 3). Её корпус представляет собой раскрывающийся кейс-бокс из пластика с металлопрофилем (улучшенный, водостойкий), снабжённый замками и ручками для переноски. Внутри укладки размещены флаконы и пакеты с расходными химическими реагентами и растворами, средства измерений, стеклянная посуда и принадлежности для контроля, средства защиты и документация. Ящик имеет откидную полку-стол для размещения реагентов и принадлежностей и выполнении работы при проведении определений.

Настольная укладка выполнена по секционному принципу. Секцией считается фрагмент универсальной укладки, где размещается функциональный модуль с оборудованием и принадлежностями. НКВ-12.1 включает 14 секций, в каждой из которых размещены средства и соответствующие компоненты для выполнения контрольных операций (рис. 4). Секции извлекаются оператором из укладки и могут располагаться на откидной полке.

В верхней части универсальной укладки НКВ-12.1 также имеются защёлки для фиксации открытых дверц к корпусу ящика.

### 3.4. Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12.1 «Вода природная...»

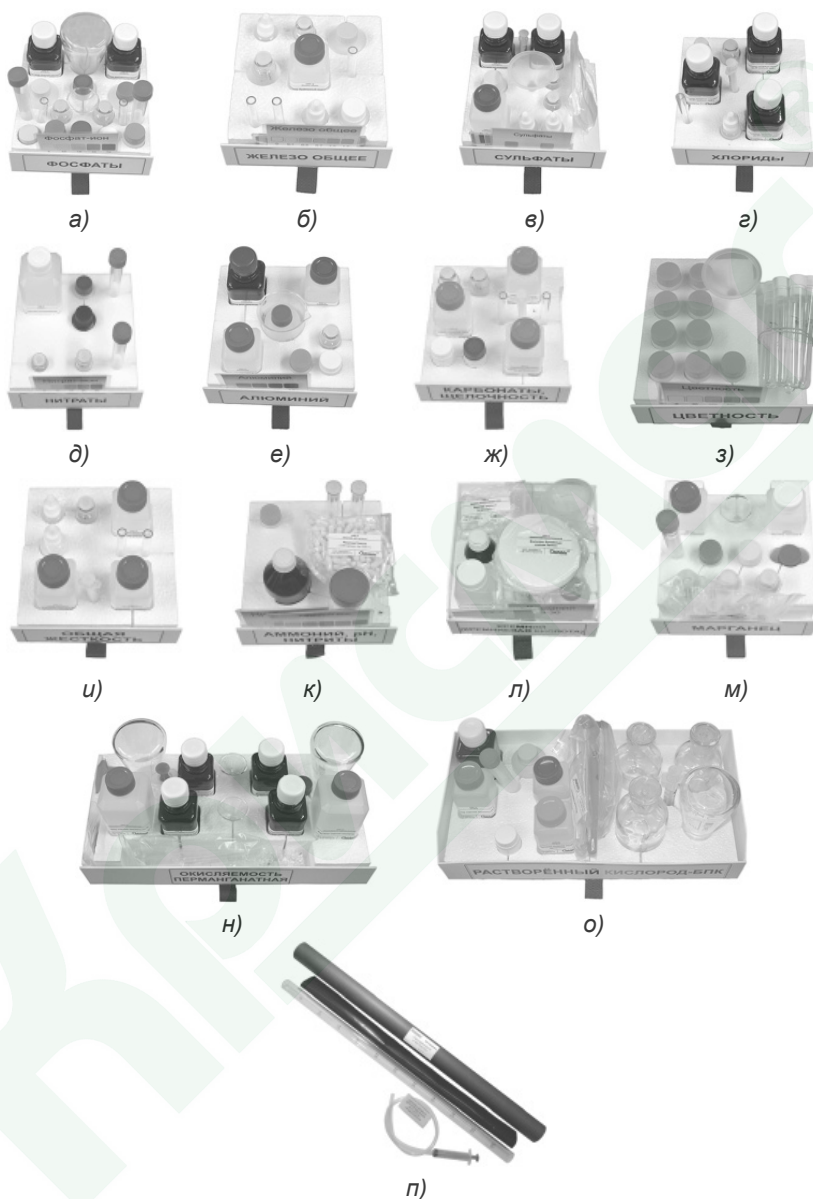


Рисунок 4. Выдвижные секции из состава настольной укладки НКВ-12.1:  
а — «Фосфаты», б — «Железо общее», в — «Сульфаты», г — «Хлориды»,  
д — «Нитраты», е — «Алюминий», ж — «Карбонаты и щёлочность», з — «Цветность»,  
и — «Жёсткость общая», к — «Аммоний, рН, нитриты», л — «Кремний (кремниевая  
кислота)», м — «Марганец», н — «Окисляемость перманганатная»,  
о — «Растворённый кислород — БПК», п — «Прозрачность и мутность»

#### Правила и порядок работы с изделием

Правила работы и методика применения настольной лаборатории модели НКВ-12.1 приведены в настоящем руководстве, в прилагаемом паспорте и другой сопроводительной документации.

В ходе применения изделия следует использовать реагенты и растворы, имеющие не истёкшие сроки годности, хранившиеся в надлежащих условиях, а также приготовленные в соответствии с описанными в руководстве (паспорте) процедурами.

Рекомендуется для подтверждения работоспособности анализа периодически проводить внутренний контроль точности результатов определений по процедурам, описанным в руководстве для каждого показателя, обращая особое внимание на соблюдение сроков годности и условий хранения используемых реагентов и растворов.

В условиях длительного хранения изделия рекомендуется изъять растворы и реагенты, имеющие сроки годности 1 год или менее (приведены в паспорте на изделие), и обеспечить им соответствующие условия хранения.

Рекомендуется хранение расходуемых материалов при пониженной температуре (2–8 °С) в затемнённых местах

При длительных перерывах в работе с НКВ-12.1 следует периодически проверять условия хранения и герметичность упаковки флаконов с растворами и реагентами, входящих в составляющие НКВ-12.1 модули.

При транспортировании и/или хранении следует исключить длительное (свыше 1 недели) вероятное воздействие отрицательных температур, а также температур свыше 40 °С.

## 3.5. Тест-комплекты для химического контроля воды

Тест-комплекты для контроля воды являются оригинальными комплектными изделиями, производимыми ЗАО «Крисмас+» ТУ 26.51.53-600-82182574-18 под зарегистрированным товарным знаком «КРИСМАС».

**Примечание.** О различных тест-комплектах для химического анализа проб воды, почвы, продуктов питания и воздуха см. материал по ссылкам приложения 2.

Тест-комплект (далее также ТК) — функционально целостная совокупность средств, необходимых для выполнения количественного или полуколичественного химического экспресс-анализа воды. Предназначены для химического анализа проб воды. Применяются в ходе аналитического химического контроля при водоподготовке, химводоочистке, коррекционной обработке воды, эксплуатации котельного оборудования, тепловых сетей и др. Некоторые ТК позволяют также анализировать морскую и сточную воду<sup>3</sup>.

Применение тест-комплектов позволяет в максимальной степени снизить расходы на проведение оперативного контроля, осуществлять его без привлечения высококвалифицированных сотрудников и дорогостоящего оборудования как в лаборатории, так и вне её (на месте отбора проб), что необходимо при контроле ряда показателей. Применение тест-комплектов позволяет обеспечить требуемые режимы эксплуатируемого оборудования, увеличить сроки его безремонтной работы, повысить качество производимой продукции и оказываемых услуг. Общий вид некоторых тест-комплектов из состава описываемого оборудования приведён на рис. 5.

В состав тест-комплектов в общем случае входят готовые расходуемые реагенты и/или аналитические растворы, материалы, а также оборудование, принадлежности, визуально-колориметрическая плёночная шкала (для колориметрических методов) и документация, включающая методику выполнения контроля.

Тест-комплекты портативны, относительно несложны и удобны при выполнении аналитического химического контроля. С их применением химический контроль, как правило, выполняется оператором согласно типовым или модифицированным методикам на основе стандартизованных методов (приведены в табл. 2), а также тест-методов. Тест-комплектами в качестве автономных модулей могут укомплектовываться различные укладки для химического анализа, в частности лаборатории моделей ВХЭЛ в соответствующих модификациях. Подробные описания методов анализа приведены в подразделах, посвящённых определению соответствующих показателей (раздел 8), а также в руководстве<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. СПб. 2021.

<sup>4</sup> Руководство по анализу воды.

Благодаря эффективности и простоте применения, обеспеченности иллюстрированными инструкциями, руководствами и пособиями многие тест-комплекты широко применяются также в сфере общего и профессионального образования при выполнении разнообразных практик, лабораторных работ, учебно-научных, исследовательских и проектных работ и др. Тест-комплекты автономны, не требуют источников водоснабжения и электроснабжения.

Тест-комплекты представлены изделиями нескольких типов, различающихся в зависимости от сложности и объёма наполнения аналитическими средствами, также конструкцией укладки, которая может быть контейнерного типа, коробками из ламинированного гофрокартона и упаковкой в тубус.

Тест-комплекты «Фосфаты КВ», «Кислород КВ», «Кремниевая кислота КВ», «Общая жёсткость КВ» (рис. 5, *a–z*) и аналогичные выполнены в укладках контейнерного типа и содержат необходимые для анализа соответствующих показателей флаконы с реагентами и растворами, посуду, вспомогательные материалы, средства индивидуальной защиты и др., размещённые в контейнерах из прочного полимерного материала, снабжённых замком и ручкой для переноски. Каждый тест-комплект данного типа укомплектован установкой для титрования, включающей стойку-штатив, градуированную пипетку и дозирующее устройство (шприц-дозатор), соединённый с пипеткой гибкой полимерной трубкой. В рабочем положении пипетка с дозирующим устройством присоединяется к стойке-штативу, которая устанавливается вертикально в петлю на боковой стенке корпуса открытого контейнера. В контейнеры вкладываются паспорта с методикой анализа, паспортом и другой документацией (если предусмотрена).

Тест-комплекты «Медь», «Марганец» (рис. 5, *д–e*) и аналогичные размещены в коробках из ламинированного гофрокартона и содержат всё необходимое для анализа соответствующего показателя — реактивы, посуду, принадлежности и др. В коробку вкладывается сопроводительная документация с методикой анализа и паспортом.

Тест-комплект «Прозрачность и мутность» (рис. 5, *ж*) размещён в цилиндрическом футляре-тубусе из прочного водостойкого картона. Включает подборку средств для определения прозрачности: стеклянный цилиндр с принадлежностями и вспомогательными материалами. В футляре также находится паспорт с инструкцией по выполнению анализа.

Наименования поставляемых тест-комплектов для контроля воды, применяемые при аналитическом химическом контроле, приведены в табл. 10.

### 3.5. Тест-комплекты для химического контроля воды



*a*



*б*



*в*



*г*



*д*



*е*



*ж*

Рисунок 5. Тест-комплекты:  
*a* — «Фосфаты КВ», *б* — «Кислород КВ», *в* — «Кремниевая кислота КВ»,  
*г* — «Общая жёсткость КВ», *д* — «Медь», *е* — «Марганец»,  
*ж* — «Прозрачность и мутность»

**Наименования тест-комплектов для аналитического химического контроля  
(основная номенклатура)<sup>5</sup>**

Сокращения в таблице: КВ — котловая вода.

№ п/п	Наименование	№ заказа (артикул)	№ п/п	Наименование	№ заказа (артикул)
1	Активный хлор	6.143	23	Жёсткость кальциевая КВ	6.147.2
2	Алюминий	6.151	24	Общая жёсткость КВ	6.183.2
3	Аммоний	6.148	25	Окисляемость перманганатная	6.146
4	Аммиак КВ	6.148.2	26	рН (водородный показатель)	6.160
5	Гидразин	6.158	27	рН, Аммоний	6.148.4
6	Двуокись углерода агрессивная	6.196	28	рН-КВ	6.160.2
7	Двуокись углерода свободная	6.195	29	рН, ОЖ, Аммоний	6.148.3
8	Двуокись углерода в воде	6.171	30	Кислород КВ	6.081.2
9	Железо общее	6.190	31	Кислород растворённый (РК-БПК)	6.081
10	Кальций	6.147	32	Сероводород и сульфиды	6.168
11	Карбонаты, щёлочность	6.170	33	Сульфаты	6.142
12	Кислотность	6.176	34	Сульфиты КВ	6.141
13	Кремниевая кислота КВ	6.172	35	Фосфаты	6.240
14	Кремний	6.179	36	Фосфаты КВ	6.240.2
15	Марганец	6.192	37	Хлориды	6.144
16	Масла и нефтепродукты в воде	6.150	38	Хлориды КВ	6.144.2
17	Медь	6.191	39	Цинк	6.193
18	Прозрачность и мутность	6.153	40	Щёлочность КВ	6.154
19	Нитраты	6.145	41	Набор для приготовления очищенной воды для химического анализа	6.173
20	Нитриты	6.149	42	Набор для отбора и переноски проб при анализе котловой воды	6.175
21	Общая жёсткость ОЖ-1 (капельное титрование)	6.180			
22	Общая жёсткость (объёмное титрование)	6.183			

<sup>5</sup> Полный перечень тест-комплектов для химического анализа доступен на интернет-сайте ЗАО «Крисмас+» (см. приложение 2).



Основные технические данные тест-комплектов (приведены справочно):

- характеристики методов анализа см. в табл. 2, а также в руководстве<sup>6</sup> для соответствующего определения;
- продолжительность анализа — от 1 до 30 мин;
- сроки службы (годности) — 1–2 года;
- тест-комплекты для анализа воды по расходующим материалам рассчитаны обычно на 100 анализов;
- габаритные размеры укладки — от 180 × 90 × 90 мм до 530 × 280 × 290 мм;
- масса — от 0,2 до 4,0 кг.

Полные технические данные и состав поставляемых тест-комплектов приведены в прилагаемой сопроводительной документации.

Все тест-комплекты обеспечены комплектами пополнения (поставляются по дополнительному заказу).

### 3.6. Приборы контроля воды (анализаторы состава)

При аналитическом химическом контроле показателей качества воды и пара широко применяются приборы контроля воды. Применение приборов целесообразно и эффективно в различных технологиях водоподготовки и при эксплуатации теплоэнергетического оборудования наряду с химическими методиками, что вполне согласуется с нормативной базой.

Приборы контроля воды оказываются незаменимым дополнением химических методик анализа при высокой частоте выполнения анализов, требующих значительную точность получаемых результатов.

Контроль показателей воды и пара приборными методами проводится обычно при определении водородного показателя (рН), удельной электропроводности (УЭП) совместно с содержанием, а также концентрации растворённого кислорода.

На уже установленном производственном оборудовании можно встретить также системы автоматического определения различных показателей потенциометрическими и другими методами, позволяющими контролировать концентрации многих ионов и соединений. Однако такие системы, как правило, нуждаются в периодическом техническом обслуживании, что требует, в свою очередь, затрат и содержания квалифицированного персонала.

Ниже приведены краткие сведения о наиболее распространённых портативных приборах контроля воды, применяемых в аналитическом химическом контроле:

— рН-метрах (рН 410, МАРК-901);

<sup>6</sup> Руководство по анализу воды.



### 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТОДОВ И ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ...

— кондуктометрах (ЭКСПЕРТ-002-2-6-н, МАРК-603, АНИОН-7025, АНИОН-7020, DIST 2);

— кислородомерах (МАРК-302 Т, АНИОН-7040, АКПМ-1-02Т (АКПМ-02Т));

— иономерах И-510 (И-500).

Сведения приведены по опубликованным данным, заявленным производителями приборов. Подробные сведения о приборах доступны на информационных ресурсах изготовителей и торгующих организаций.

Приборы в составе изделий поставляются в соответствующих укладочных контейнерах — укладках с ложементами, включающими прибор, датчик либо электрод (если предусмотрены) с резервной заменой, адаптер и другие входящие в состав поставки производителя средства и документацию, а также дополнительные принадлежности, образцы для калибровки и др.

#### 3.6.1. рН-метры

##### рН-410



Наименование: рН-метр / милливольт-метр портативный рН-410.

Номер в Госреестре средств измерений: 36275-07.

Назначение: измерение активности ионов водорода (рН), окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и температуры в растворах, питьевой воде, объектах окружающей среды, в том числе при эксплуатации производственных систем, контроле технологических процессов и др.

Может использоваться в производственных, лабораторных и полевых условиях.

Основные характеристики рН-метра рН-410:

- диапазон измерения рН, ед. рН — от 0,00 до 14,00;
- диапазон измерения ОВП, мВ — от минус 1999 до плюс 1999;
- диапазон измерения температуры, °С — от минус 10 до плюс 100.

Особенности: большой и контрастный жидкокристаллический индикатор; удобная функциональная клавиатура; автоматическая температурная компенсация; удобная и быстрая калибровка; совместимость с электродами большинства отечественных и зарубежных производителей (разъем BNC), в том числе с комбинированными.

Страна-производитель: Российская Федерация.

#### **МАРК-901**



Наименование: мультипараметровый измеритель (рН-метр/милливольтметр) портативный рН-метр МАРК-901.

Номер в Госреестре средств измерений: 23927-18.

Назначение: измерение активности ионов водорода (рН), окислительно-восстановительных потенциалов, температуры водных растворов и электродвижущей силы (ЭДС).

Область применения рН-метра: в различных отраслях промышленности, экологии, сельского хозяйства, в научных, исследовательских и учебных учреждениях.

Имеет 3 режима измерения: рН, ЭДС, температура.

Основные характеристики рН-метра МАРК-901:

- диапазон измерения рН, ед. рН — от 0,00 до 14,00;
- диапазон измерения ЭДС, мВ — от минус 1000 до плюс 1000;
- диапазон измерения температуры, °С — от 0 до 100.

Особенности: удобство и точность измерения; автоматическая температурная компенсация; автоматическое распознавание буферных растворов; большой выбор комбинированных и отдельных электродов отечественных и иностранных производителей; высококонтрастный LCD-индикатор; защитный кожух; удобство при транспортировке и полевых измерениях; низкое энергопотребление (до 2000 ч непрерывной работы от комплекта элементов типа АА).

Страна-производитель: Российская Федерация.

### 3.6.2. Кондуктометры

#### ЭКСПЕРТ-002-2-6-н



Наименование: кондуктометр Эксперт-002-2-6-н с датчиком наливного типа.

Номер в Госреестре средств измерений 23460-07.

Назначение: измерение УЭП, удельного сопротивления и общей минерализации воды, водных растворов и других жидкостей; измерение УЭП дистиллированной воды по ГОСТ 6709 и ГОСТ Р 58144.

Диапазон измерений: УЭП — (2–200 000) мкСм/см, солесодержание (в пересчёте на NaCl) — (1–100 000) мг/л.

Простой и надёжный лабораторный/полевой кондуктометр.

Особенности: датчик проводимости: УЭП-Н-С с 5 поддиапазонами. В приборе реализована функция расчёта минерализации в пересчёте на концентрацию одного из веществ: хлорид натрия, хлорид калия или гидроксид натрия.

Страна-производитель: Российская Федерация.

#### МАРК-603



Наименование: кондуктометр портативный МАРК-603 (исполнения 603, 603/1).

Номер в Госреестре средств измерений: 83242-21.

Назначение: измерение электропроводности (УЭП, УЭП20, УЭП25), эквивалентного солесодержания по NaCl, общего солесодержания (TDS) и температуры воды и водных растворов в различных отраслях промышленности и народного хозяйства; измерение УЭП дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144 и воды 1-й и 2-й степени очистки по ГОСТ Р 52501. Рекомендуется к применению при контроле параметров химводоподготовки и водно-химических режимов на объектах теплоэнергетики.

Диапазон измерений:

- МАРК-603, с датчиком проводимости ДП-015 — УЭП (0–2000) мкСм/см (2 поддиапазона), солесодержание (0–1000) мг/л по NaCl;
- МАРК-603, с датчиком проводимости ДП-15 — УЭП (0–20 000) мкСм/см (5 поддиапазонов), солесодержание (0–10 000) мг/л по NaCl;
- МАРК-603/1, с датчиком проводимости ДП-3 — УЭП (0–20 000) мкСм/см, солесодержание (0–10 000) мг/л по NaCl.

Особенности: пересчёт измеренного значения УЭП в значение солесодержания в пересчёте на NaCl и общего солесодержания.

Страна-производитель: Российская Федерация.

#### **АНИОН-7025 (АНИОН-7020)**



Наименование: портативные кондуктометры/солемеры.

Номер в Госреестре средств измерений: 19172-06.

Назначение: измерение УЭП, удельного сопротивления и общей минерализации в пересчете на NaCl и другие электролиты, температуры водных сред.

Автоматическое снятие прибором показаний измерений и сохранение их в блокноте через установленные промежутки времени

Комбинированный датчик УЭП и тем-

пературы ДКВ-1.

Диапазон измерений:

- АНИОН-7025 — УЭП (0,3–10 000) мкСм/см, солесодержание (0,5–20 000) мг/л по NaCl;
- АНИОН-7020 — УЭП (1,0–100 000) мкСм/см, солесодержание (0,5–20 000) мг/л по NaCl.

Особенности: для контроля особо чистых вод (в теплоэнергетике) с низкой проводимостью в комплект поставки входит проточная ячейка (АНИОН-7025).

Страна-производитель: Российская Федерация.

## DIST 2



Наименование: карманный кондуктометр/солемер DIST 2 (HI 98302).

Номер в Госреестре средств измерений: 61341-15.

Назначение: измерение концентрации солей в процессах водоподготовки, питьевой воде, обратном осмосе, градирнях, сточных водах и др.

Диапазон измерений: солесодержание (по KCl) — (10–10 000) мг/л.

Особенности. Удобный малогабаритный (карманный) тестер для получения быстрых и точных показаний солесодержания. Калибровка выполняется автоматически. Датчик проводимости — встроенный неокисляемый амперометрический графитовый электрод с термокомпенсацией.

Производитель: Фирма HANNA Instruments, Германия.

### 3.6.3. Кислородомеры

#### МАРК-302 Т с датчиком ДК-302Т



Наименование: анализатор растворенного кислорода МАРК-302Т.

Назначение: измерение концентрации растворенного кислорода и температуры водных сред, в том числе деаэрированных. Применяется при оперативном контроле водно-химических режимов на объектах теплоэнергетики и др.

Номер в Госреестре средств измерений: 24997-18.

Диапазон измерений:

- растворённый кислород — (0–10,0) мг/л (при 20 °С);
- температура — (0–50) °С.

Параметры анализируемой воды: содержание солей в воде (0–40) г/л; рН — (4–12).

Особенности: автокомпенсация температуры, атмосферного давления; автоматическая градуировка по кислороду воздуха; проточно-погружной датчик.

Страна-производитель: Российская Федерация.

#### АНИОН-7040



Наименование: кислородомер-БПК-тестер лабораторный переносной АНИОН-7040.

Назначение: измерение концентрации растворённого кислорода, БПК и температуры воды.

Номер в Госреестре средств измерений 19172-06.

Диапазон измерений:

- растворённый кислород — (0÷20) мг/л (0–200%);
- температура — (0–40) °С.

Особенности: градуировка прибора по двум точкам кислорода (0 и 100%); автоматическая термокомпенсация; ввод данных давления вручную или автоматически со встроенного датчика.

Страна-производитель: Российская Федерация.

#### **АКПМ-1-02Т (АКПМ-02Т)**



Наименование: портативный кислородомер АКПМ-1-02Т.

Назначение: измерение растворённого кислорода в мили- и микрограммовом диапазоне концентраций. Применяется при оперативном и автоматическом контроле процессов водохимподготовки в тепловой и атомной энергетике, в теплосетях и на промышленных предприятиях и др.

Номер в Госреестре средств измерений: 46062-11.

Диапазон измерений:

- растворённый кислород — (0,01÷20) мг/л;
- температура — (0–50) °С.

Особенности. Работает в комплекте с сенсором АСрО2-04. Автокалибровка проводится по одной точке — атмосферному воздуху; коррекция барометрического давления и солёности. Позволяет проводить измерения парциального давления (0–200 кПа) и концентрации кислорода в жидкостях и газах.

Страна-производитель: Российская Федерация.

#### 3.6.4. Иономеры

##### Преобразователи ионометрические И-510 и И-500



Наименование: иономеры (преобразователи ионометрические) И-510 и И-500 с электродной системой, включающей измерительный и вспомогательный электроды.

Номер в Госреестре средств измерений: 36274-07.

Назначение: измерение значений многочисленных химических и физико-химических параметров воды и водных растворов. В аналитическом химическом контроле широко используются для измерения массовой (молярной) концентрации, мг/л (моль/л), одновалентных и двухвалентных анионов и катионов (хлорида  $\text{Cl}^-$ , бромида  $\text{Br}^-$ , йодида  $\text{I}^-$ , нитрата  $\text{NO}_3^-$ , сульфида  $\text{S}^{2-}$ , калия  $\text{K}^+$ , натрия  $\text{Na}^+$ , общей жёсткости (кальция  $\text{Ca}^{2+}$  + магния  $\text{Mg}^{2+}$ ), серебра  $\text{Ag}^+$ ). Позволяет также измерять водородный показатель (pH), окислительно-восстановительный потенциал (Eh) и ЭДС электродных систем в водных растворах. Иономеры работают с ионоселективными (измерительными) и вспомогательными, а также комбинированными электродами.

Иономеры И-510 (И-500) — современные удобные приборы, отвечающие всем требованиям, предъявляемым в лабораторной, производственной и полевой практике к приборам подобного класса. Данные приборы применяются при аналитическом контроле, в том числе в производственных системах непрерывного и периодического технологического контроля. Иономер построен на базе микропроцессора, преобразующего электрический сигнал измерительных электродных систем в цифровой код. Для исключения влияния температуры



измеряемых растворов предусмотрен режим автоматической термокомпенсации. Результаты измерений отображаются на жидкокристаллическом дисплее.

Диапазон измерений преобразователей (И-510):

- концентрации иона, мг/мл от  $3 \times 10^{-3}$  до  $5 \times 10^4$ ;
- концентрации иона, моль/л от  $3 \times 10^{-8}$  до  $5 \times 10^{-1}$ ;
- ЭДС в диапазоне, мВ от  $-2000$  до  $+2000$ ;
- pH в диапазоне, ед. pH от  $-0,5$  до  $14$ .

Основные особенности иономеров И-510 (И-500):

- представление результатов измерений концентрации могут быть в разных единицах (мг/л или моль/л), по выбору оператора и для удобства в калибровке;
- совместимость с ионоселективными электродами большинства отечественных и зарубежных производителей с разъёмом BNC (в частности для хлорид-иона  $\text{Cl}^-$  — ЭЛИТ-261-10, ХС-001);
- встроенный контроль характеристик электрода;
- хранение в памяти последней калибровки (по 5 точкам) и результатов измерений 200 последних измерений);
- для удобства автораспознавание буфера, вывод на дисплей калибровочной кривой, авторасчёт крутизны электродной характеристики, расчёт изопотенциальной точки и др.

Страна-производитель: Российская Федерация.

## **4. Основные сведения о работе с портативным оборудованием для аналитического химического контроля**

### **4.1. Общие правила применения портативных лабораторий**

При ознакомлении с оборудованием для химического анализа, полученным потребителем впервые (портативные лаборатории, тест-комплекты), персонал должен познакомиться с настоящим руководством, с требованиями к выполнению анализов, факторами опасности при работах и отборе проб, соблюдаемыми мерами безопасности и т.п.

Перед тем как приступить к анализу воды, следует заблаговременно познакомиться с информацией о хранении проб, выполнении анализов, утилизации отработанных растворов и проб. Необходимо также практически освоить предусмотренные в разделе 8 аналитические операции. Для этого обычно в лабораторных условиях проводится пробное выполнение основных операций, характерных для подготовки к анализу и выполнению определений. Целесообразным является пробный анализ водных растворов с известной концентрацией целевого компонента, специально приготовленных с использованием реактивов-стандартов. Пробные анализы проводят под руководством компетентного специалиста (преподавателя).

В ходе работ по аналитическому химическому контролю следует периодически проводить контрольные действия по оценке правильности выполняемых работ в части соблюдения требуемой периодичности анализов, правил отбора проб, методики анализа, применения годных реагентов и аналитических растворов, ведения документации по выполненным анализам (см. также п. 4.1.2).

Следует также иметь в виду правила обращения с посудой (см. п. 4.1.1), правила подготовительных работ (п. 4.1.2), а также вопросы обеспечения качества растворов и чистоты посуды (п. 4.1.4), несоблюдение которых может повлиять на правильность получаемых результатов контроля.

Портативные лаборатории и тест-комплекты следует хранить в сухом прохладном месте. Следует иметь в виду, что при хранении реагентов и растворов или изделия в целом в условиях повышенных температур (в жаркий период) работоспособность расходуемых материалов может неконтролируемо снижаться, что может повлиять на правильность анализа (подробнее см. п. 4.1.3 настоящего руководства).

Основное рекомендуемое положение изделия при хранении в перерывах в период эксплуатации — вертикальное, в соответствии с манипуляционными знаками на упаковке.

Производитель не несёт ответственности за использование в технологиях анализа химикатов, не входящих в состав изделий ЗАО «Крисмас+», использования химических реагентов и растворов не по назначению либо в случаях нарушения методики анализа, предписанной настоящим руководством или иной сопроводительной документацией.

##### **4.1.1. Правила обращения с посудой и другими средствами комплектации изделий**

Используемые при выполнении анализа растворы, реагенты, посуда и другие элементы состава комплекта должны быть предварительно осмотрены. При осмотре проверяют:

- целостность и герметичность упаковки реагентов и растворов;
- соответствие выбранного для использования реагента (раствора) или посуды требованиям методики анализа, наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде, контрольных шкал;
- мерную посуду, пробирки, контрольные шкалы и др. — на отсутствие повреждений.

При транспортировке оборудования для анализа, склянки с реагентами и растворами и принадлежности следует располагать в укладочных ящиках на предусмотренных для них местах. Это позволит обеспечить надёжную доставку изделий для анализа к месту работы, исключить бой посуды и попадание внутрь контейнеров пыли и других загрязнений.

Подготовку отобранных проб к химическому анализу следует проводить строго в соответствии с методикой, приведённой в настоящем руководстве и (или) в паспортах, прилагаемых к оборудованию, с учётом требований по консервации и хранению проб.

Во избежание получения неправильных результатов анализов особое внимание следует уделять чистоте мерной посуды, пробирок, склянок и других средств, используемых при анализе.

Перед проведением анализа (или в процессе, если того требует программа работ) используемую посуду необходимо тщательно промыть горячим мыльным раствором (при необходимости — хромовой смесью), многократно промыть водопроводной водой, после чего прополоскать дистиллированной водой и высушить. Аналогичную обработку посуды следует провести после завершения анализов.

После проведения анализа вымытую и высушенную посуду, а также герметично закрытые флаконы с растворами необходимо уложить на свои места в укладочные контейнеры.

При транспортировании оборудования стеклянную посуду и склянки с реагентами (растворами) следует располагать на предусмотренных для них местах, чтобы обеспечить надёжную укладку оборудования, исключить бой посуды, попадание внутрь контейнеров пыли и других загрязнений.



*Затруднения при закрывании укладочных контейнеров свидетельствуют о небрежности при укладке оборудования.*

#### 4.1.2. Подготовительные работы к выполняемым определениям

Перед выполнением анализов, как правило, проводятся подготовительные операции:

- отбор проб и их подготовка к анализу;
- приготовление растворов из готовых реагентов;
- построение градуировочной характеристики (градуировочного графика) при фотометрическом определении;
- приготовление имитационных растворов при визуально-колориметрическом определении в тех определениях, в которых окрашенные пробы сравнивают с контрольными образцами, выполненными в виде имитационных растворов.

Подготовительные работы к выполнению анализов могут включать операции, проводимые обычно в лабораторных условиях и требующие знаний и навыков работы в химической лаборатории (правил техники безопасности при работе с растворами кислот, использования различной мерной посуды, аналитического взвешивания, знаний при пересчётах концентраций и т.п.).

Примером такой работы является построение градуировочной характеристики, выполняемое заблаговременно при фотометрическом определении. При анализе некоторых показателей визуально-колориметрическим методом окрашенные пробы сравнивают с контрольными образцами, выполненными в виде имитационных растворов, приготовление которых аналогично построению градуировочной характеристики.

В аналитической практике нередки случаи, когда оператор сам проверяет правильность собственных измерений. Это считается хорошей практикой, позволяющей выявить грубые ошибки оператора, а также систематические и даже случайные погрешности, не выполняя статистически трудоёмких ра-

бот, и относится ко всем аналитическим методам (титриметрическим, визуально-колориметрическим, турбидиметрическим, электрометрическим и др.), применяемым в практике химического контроля и предусмотренным настоящим руководством. Для этого выполняют приготовление нескольких растворов определяемого соединения (показателя), имеющих расчётные значения концентраций, соответствующих диапазону контролируемых концентраций. Далее анализируют приготовленные растворы как контрольные пробы, после чего сопоставляют полученные при анализе результаты с расчётными значениями и делают вывод о правильности анализа. Данные контрольные действия являются вариантом внутри лабораторного контроля и предусмотрены системой обеспечения единства и правильности измерений, которая обычно действует на предприятиях.

Для используемых при анализе методов характерна относительная простота и экспрессность, что выражается в наличии полностью готовых к применению реагентов и растворов, удобных и компактных средств их дозирования, использовании малых объёмов проб и некоторых упрощённых процедур анализа, а также подробном описании операций анализа и подготовки к нему в сопроводительной документации. Вышеуказанное позволяет свести к минимуму риски наработки данных, содержащих грубые случайные либо систематические ошибки, а также неполный учёт факторов, важных для правильных измерений.

#### 4.1.3. О сроках службы оборудования и сроках годности реагентов

О точности выполнения определений при аналитическом химическом контроле см. п. 4.4.

Работоспособность изделий для химического анализа — портативных лабораторий и тест-комплектов — характеризуется сроками годности и службы компонентов, имеющихся в составе поставляемого изделия, которые можно сгруппировать следующим образом.

1. Расходуемые реагенты и растворы, а также некоторые материалы определяют работоспособность изделия в первую очередь. Они характеризуются сроками годности, которые зависят от состава реагента (раствора), условий применения и хранения.

Сроки годности применяемых при анализе аналитических реагентов и растворов, а также сроки службы других средств комплектации приведены в прилагаемом к изделию паспорте. Растворы, срок годности которых менее 1 года, могут быть приготовлены потребителем из реагентов, имеющихся в комплектах, по методикам, описанным в настоящем руководстве или другой сопроводительной документации. Сроки годности реагентов и растворов приведены также в

описаниях их приготовления (раздел 8 настоящего руководства). Если в тексте нет сведений о сроке годности раствора, его считают по сроку годности изделия, в котором он используется, причём срок годности устанавливается исходя из сохранения качества раствора (либо всего изделия) при условии его хранения при комнатной температуре, т.е. не более 20–25 °С. Следует иметь в виду, что хранение раствора при повышенной температуре (свыше 25 °С) приводит к сокращению срока годности; хранение при пониженной температуре (например, во льду, в непищевом холодильнике, т.е. при пониженной до 2–8 °С температуре), наоборот, позволяет увеличить его сохранность, т.е. продолжительность возможного использования раствора. Данная особенность объясняется тем, что потеря качества аналитического раствора со временем обусловлена протекающими химическими реакциями, имеющими свойство ускоряться в 2–4 раза при повышении температуры на каждые 10 °С (правило Вант-Гоффа).

При истечении срока годности раствора предусматривается его замена на свежий раствор, который приготавливается потребителем из имеющихся в составе изделия компонентов по несложной методике (описана в документации), либо замена свежим раствором из состава соответствующего комплекта пополнения.

2. Нерасходуемые компоненты из состава изделия (корпуса-укладки, посуды, принадлежности и т.п.) характеризуются сроками службы, которые также приведены в прилагаемом паспорте. Отдельные элементы данной подгруппы могут входить в комплекты пополнения (например, пластмассовые пипетки и т.п.), но могут быть заменены на аналогичные из подручных средств.

3. Приборы контроля воды, фотометры и т.п. формируют особую группу, которые характеризуются данными от производителя. Сведения о сроках службы, техническом обслуживании, поверки, а также данные по условиям эксплуатации приборов, входящих в состав изделия (при их наличии), указаны в сопроводительной документации.

4. Документация на портативную лабораторию (изделие). В эту группу, также определяющую работоспособность анализа по отдельным показателям, входят руководства, паспорта, сертификаты и другое на изделие и составляющие его модули. Данная документация может быть утеряна либо со временем устаревать, поэтому при восполнении утерянной или запросе соответствующей замены от производителя следует учитывать год издания, заводские номера и марки изделий и т.п., что позволит обеспечить потребителя актуальным материалом для продолжения работы с изделиями.

##### 4.1.4. О качестве растворов и чистоте посуды

Выполнение анализа предполагает иногда использование расходуемых материалов (растворителей, солей и т.п.), а также посуды в количествах, которые нецелесообразно включать в состав поставляемых портативных изделий (например, когда требуется большое количество раствора титранта). В этих случаях потребитель приготавливает новые растворы самостоятельно из имеющихся в изделии компонентов по методикам, приведённым в описании соответствующего показателя в разделе 8 настоящего руководства.

При приготовлении растворов и разбавлении пробы следует использовать только проверенную дистиллированную воду, конденсат либо специально очищенную воду для химического анализа (если в тексте не указано иное). Пригодность используемой воды при подготовке к анализу конкретного показателя можно проверить выполнением анализа холостой пробы. Сведения о приготовлении и характеристиках очищенной воды для химического анализа приведены в п. 5.2 и приложении 4 настоящего руководства.

В некоторых операциях используется также типовая мерная и другая посуда — мерные цилиндры, стаканы, колбы на 0,5 л, на 1 л и т.п. Многие из указанного предусмотрено в составе в поставляемых портативных лабораториях и, как правило, имеется в профессиональных и учебных лабораториях. При отсутствии достаточной обеспеченности посудой для приготовления растворов рекомендуется иметь в распоряжении набор типовой посуды многофункциональный (приложение 3).

После проведения анализа вымытую и высушенную посуду, как указано в п. 4.1, а также герметично закрытые флаконы с растворами необходимо уложить в укладочные контейнеры на предусмотренные для них ячейки.

## 4.2. Рабочие условия при анализе

Определения с применением тест-комплектов и портативных лабораторий от ЗАО «Крисмас+» при количественном анализе выполняются при следующих рабочих условиях:

- 1) температура анализируемой пробы — от 10 °С до 35 °С;
- 2) температура и относительная влажность атмосферного воздуха, а также атмосферное давление не регламентируются.

**Примечание.** При фотометрическом анализе и анализе с применением приборов ограничения могут быть связаны с рабочими условиями использования приборов.

Практически вне лабораторных условий вышеприведённые значения температур можно встретить не всегда. Во избежание нецелесообразных ограни-



чений при оценке допустимости значений рабочих температур при выполнении анализов можно привести несколько практических соображений о факторах, принципиально способных влиять на результат анализа.

Концентрация вещества, образующегося при химико-аналитической реакции, как правило, связана с концентрациями других участвующих в реакции или образующихся в растворе веществ. При разработке аналитических рецептур в технологиях ЗАО «Крисмас+» установлены оптимальные диапазоны концентраций реагентов. Это означает относительно стабильный выход химико-аналитической реакции при небольших изменениях внешних условий (температуры в пределах вышеуказанных значений), а также неточностях в дозировке объёмов пробы и аналитических растворов.

Также надо иметь в виду, что при пониженной температуре можно ожидать некоторое замедление завершения реакции, а при повышенной — её ускорение.

Вышеприведённые рабочие условия применения химико-аналитических методик не сказываются сколько-нибудь заметным образом на скорости и ходе химико-аналитической реакции.

Таким образом, применяемые химико-аналитические методы в их полукочественном варианте могут быть использованы в более широком диапазоне температур — от 3–5 °С до 40–45 °С.

Следует иметь в виду, что при анализе котловой воды (воды, функционирующей в котлоагрегатах) одним из условий анализа пробы является значение её температуры не более 40 °С (подробнее см. раздел 7 настоящего руководства).

Ограничения по минимальной температуре анализируемых проб могут быть легко устранены путём подогрева проб перед анализом (сложнее охладить пробы в условиях повышенной температуры).

### 4.3. Требования к квалификации оператора

Анализы с применением тест-комплектов и портативных лабораторий ЗАО «Крисмас+» может выполнять лаборант (оператор) со средним специальным образованием, ознакомленный с правилами техники безопасности, освоивший приведённые методики, имеющий навыки выполнения химико-аналитических операций (отбора проб, титрования, использования шкал для визуального колориметрирования и др.), прошедший проверку знаний и правил безопасной работы и допущенный к работе согласно действующим на предприятии (объекте) инструкциям.

Несколько более сложны анализы на содержание нитратов, фосфатов, растворённого кислорода, требующие более глубоких знаний и практических навыков в освоении методик.



В ходе проведения анализов и при подготовке к ним некоторые работы требуют от персонала тщательности и надлежащей квалификации. К таким работам, требующим от персонала навыков работы в химической лаборатории (использования различной мерной посуды, аналитического взвешивания, знаний при пересчётах концентраций и др.), относятся операции, выполняемые при внутреннем контроле точности определений, а также работы при построении градуировочной характеристики, которые выполняются заблаговременно в соответствии с используемой методикой анализа и являются необходимым этапом фотометрического определения. Требуется соответствующих знаний и навыков также применение приборов контроля воды.

К работе с оборудованием могут привлекаться учащиеся групп профессионального обучения при условии их ознакомления с методиками анализа, выполняемыми операциями, правилами безопасной работы и обязательного контроля со стороны специалиста, проводящего обучение.

#### **4.4. Обеспечение точности при анализе с применением портативного оборудования**

##### **4.4.1. О точности применяемых методик контроля химических показателей**

При аналитическом химическом контроле с применением портативных лабораторий и тест-комплектов, производимых ЗАО «Крисмас+», данные о составе анализируемых сред (воды исходной, технологической, скорректированной, котловой, а также пароконденсата) получают с использованием различных методов и методик (см. табл. 2): визуального, визуально-колориметрического, кондуктометрического, потенциометрического, титриметрического, фотометрического, электрометрического.

Методики количественного химического анализа. При определении многих показателей, актуальных в технологиях водоподготовки, при контроле показателей качества воды хозяйственно-питьевого назначения, контроле горячего и холодного водоснабжения и т.п. предусмотрено аналитическое определение показателей с применением портативного оборудования на основе методик, соответствующих или аналогичных приведённым в действующих нормативно-технических документах (НТД) на выполнение анализа, регламентирующих как пооперационные действия оператора, так и соответствующее материальное обеспечение анализа. К таким НТД относятся государственные и некоторые отраслевые стандарты, документы ряда ПНД Ф и РД 52, а также аттестованные методики измерений ЗАО «Крисмас+» и т.п.

Методики полуколичественного химического анализа. В ряде действующих НТД предусмотрены методики полуколичественного анализа (например, визуальные, визуально-колориметрические, капельно-титриметрические), а также определения расчётными (расчетно-графическими) методами. В таких случаях получаемые результаты считаются достаточными для получения данных об уровнях концентраций компонентов, что позволяет рассчитывать количество реагентов при химической коррекции состава технологических вод.

Использование полуколичественных и расчётных методик, приведённых в действующих отраслевых НТД (как правило, такие документы введены до 2000 г.), служит целям упрощения аналитического химического контроля и снижения соответствующих затрат.

Измерения с применением приборов контроля. При использовании приборов контроля следуют методике, описанной в эксплуатационной документации на прибор. Применяемые приборы контроля воды (рН-метры, кондуктометры, кислородомеры, мутномеры и др.) имеют класс точности и внесены в федеральный реестр средств измерений. Методика применения приборов в настоящем руководстве не описывается.

#### 4.4.2. Надлежащая лабораторная практика в аналитическом химическом контроле

Для успешного выполнения аналитического химического контроля с применением портативного оборудования реализованы практические подходы, получившие название «надлежащая лабораторная практика». Данные подходы, нашедшие отражение, в частности, в ГОСТ 31886 и признанные на международном уровне (GLP<sup>7</sup>), применимы к химическому анализу проб воды с использованием портативного оборудования производства ЗАО «Крисмас+». Эти подходы, одинаково успешно реализуемые как во внелабораторных, так и в лабораторных условиях, предусматривают обеспечение и учёт следующих условий.

**Подготовленность оператора.** Оператор должен владеть приёмами работы, уметь контролировать точность и аккуратность своих действий. Это качество, в свою очередь, обусловлено наличием определённого опыта работы (если речь идёт о профессиональной деятельности — соответствующим образованием, подтверждённым дипломами и сертификатами) и может быть оценено при выполнении контрольных операций. Следует отметить, что каждая операция при анализе имеет свои систематические и случайные погрешности, и выполняющий анализ должен по меньшей мере иметь о них представление.

---

<sup>7</sup> GLP — good laboratory practice (англ. «хорошая лабораторная практика»).

**Ведение документации по анализам и подготовке к ним.** Для получения правильных результатов большое значение имеет принятая в организации система контроля и документирования результатов, предполагающая ведение соответствующей рабочей документации. К такой документации относятся прежде всего рабочие тетради (журналы) и протоколы наблюдений (измерений).

Рабочие тетради предназначены для фиксирования текущих действий оператора, а также обстоятельств и условий их выполнения. Рабочая тетрадь должна помочь уточнить или проверить правильность всех выполненных действий: приготовления растворов, взятия навесок, выполненных расчётов и т.п. Практика показывает, что многие часто недооценивают необходимость скрупулёзного фиксирования в рабочей тетради действий оператора-аналитика. Это может приводить, с одной стороны, к потере информации и невозможности выяснить источники погрешностей или ошибок, и с другой стороны, затрудняет определение закономерностей в работе и обобщение опыта работы. Рабочая тетрадь ведётся в произвольной форме либо по форме, принятой в конкретной организации.

Протокол наблюдений (измерений, анализа) является важным документом, куда заносятся условия отбора проб и выполнения анализа, результаты анализа, а также дополнительные сведения, которые могут быть учтены при обобщении результатов. Ведение протоколов наблюдений или эквивалентной документации (включая формы её ведения) обычно предусмотрено на промышленных и теплоэнергетических предприятиях. В протоколе желательно отражать результаты исследования качества воды несколькими методами в сопоставимом виде. Например, концентрация растворённого кислорода может быть измерена с использованием тест-комплекта «РК-БПК» методом Винклера или тест-комплекта «Кислород КВ» индигокарминовым методом и (или) кислородомером «МАРК-302Т»; визуальные показатели могут быть определены разными операторами и т.п. Протокол может иметь приложения — фотографии, рисунки, схемы, таблицы и др. При необходимости протокол может быть подписан или заверен руководителем производственного (полевого) подразделения либо лицом, непосредственно выполнявшим исследования. В протоколах наблюдений следует обязательно указывать даты и условия отбора проб, сведения о контрольном и эксплуатируемом оборудовании, консервации проб и др.

**Учёт факторов, влияющих на точность химического анализа.** При выполнении анализа необходимо учитывать ряд факторов, определяющих точность получаемых результатов, т.е. прецизионность и правильность. При этом каждый из указанных ниже факторов может вносить свой вклад в результат определения:

1) правильность выполнения оператором предписанных методикой этапов анализа операций;

2) точность измерения объёмов при отборе пробы, а также при добавлении титрованных и других растворов, объём которых значимо влияет на результат анализа;

3) качество используемых реагентов и растворов, которое может ухудшиться при их загрязнении, хранении в негерметично закрытых склянках, в теплом месте или на свету, а также при их хранении слишком продолжительное время. Одной из распространённых ошибок является использование при дозировке растворов грязных пипеток, т.е. таких, которые уже заполнялись ранее другими растворами;

4) полнота учёта мешающих компонентов, которые могут присутствовать как в анализируемой воде, так и в воде, используемой для разбавления пробы или приготовления других растворов;

5) погрешности при колориметрировании и др.

#### 4.4.3. О мерах по обеспечению качества результатов анализа и выявлению грубых ошибок

Точность анализа, выполняемого с применением предусмотренных портативным оборудованием производства ЗАО «Крисмас+» титриметрических методик, сопоставима с точностью лабораторных методик выполнения измерений (относительная погрешность до  $\pm 30\%$ ).

Точность анализа, выполняемого с применением колориметрических методик, зависит от способа регистрации интенсивности окраски: при использовании цветовой контрольной шкалы, т.е. при визуально-колориметрическом определении, анализ считается полуколичественным; при фотометрировании пробы с применением фотоколориметра типа «Экотест-2020» или аналогичного анализ считается количественным (относительная погрешность до  $\pm 30\%$ ).

Выполняя анализ, оператору надлежит строго следовать приведённой в документации методике определения и выполнять именно то, что предписано методикой. Ниже приведено несколько общих полезных правил выполнения операций, невыполнение (ненадлежащее выполнение) которых может привести к снижению качества получаемых результатов.

#### Несколько полезных правил для обеспечения точности анализа

1. Особое внимание оператору следует уделять чистоте мерной посуды, пробирок, склянок и других средств, используемых при анализе. Перед выполнением анализа (или в его процессе, если того требует программа работ) используемую посуду необходимо тщательно промыть горячим мыльным раствором, многократно прополоскать дистиллированной или чистой водой (желательно прокипятить в воде) и высушить. Для одних и тех же анализов лучше

использовать одну и ту же посуду. Хороший результат при мытье посуды дает обработка хромовой смесью, однако её нельзя рекомендовать для внелабораторных условий, так как при такой обработке, так же как и при обработке раствором стирального порошка, необходимо особо тщательное многократное ополаскивание посуды с большим количеством воды. Кроме того, при анализе металлов хромовую смесь для обработки посуды не используют.

2. О растворах с точным значением концентрации. При анализе титриметрическими методами, особенно при получении точных результатов, необходимо иметь точное значение концентрации раствора титранта, которое на момент титрования должно быть известно. Однако это значение может измениться (уменьшиться) в процессе хранения, что вероятно при хранении склянок с растворами на свету, в негерметичном виде, при повышенной температуре и др. По этой причине рекомендуется периодически проверять фактическую величину концентрации растворов титранта, для чего проводить их контрольное титрование по методикам, указанным при описании соответствующих анализов. Раствор титранта, значение концентрации которого уточнено путём контрольного титрования, называют титрованным раствором. Именно это уточнённое значение концентрации титранта используют в расчётной формуле титриметрического определения.

3. О выявлении грубых ошибок при анализе. При химическом контроле бывают ситуации, когда возникает сомнение в правильности полученного результата. В этом случае рекомендуется выполнять второе (повторное) определение, следуя той же методике анализа в тех же условиях.

Имея результаты двух определений, рассчитывают для них относительное расхождение. При этом проверяют выполнение условия:

$$\frac{C_1 - C_2}{C_{\text{CP}}} \times 100 \leq d,$$

где  $C_1$  и  $C_2$  — больший и меньший результаты двух определений соответственно;  
 $C_{\text{CP}}$  — среднее (арифметическое) значение результатов определений, равное  $(C_1 + C_2)/2$ ;

$d$  — относительное допустимое расхождение результатов двух повторных определений, которое в случае ошибок оператора может составлять 50–70% и более.

**Примечание.** Указанное значение относительного допустимого расхождения принято как вытекающее из опыта эксплуатации портативного оборудования ЗАО «Крисмас». Значение  $d$  зависит от уровня концентрации компонента (при меньших концентрациях может возрастать).

#### 4.4. Обеспечение точности при анализе с применением портативного оборудования

---

Если вышеприведённое условие выполняется, среднее значение  $C_{CP}$  принимают за результат анализа. Невыполнение этого условия позволяет предполагать наличие грубых ошибок оператора, и в этом случае рекомендуется выполнение третьего определения. При удовлетворительном расхождении результата третьего определения с одним из двух полученных ранее результатов выпадающий результат отбрасывают как грубую ошибку, а по оставшимся двум рассчитывают среднее арифметическое. Полученное среднее и принимают за результат анализа.

В анализах, требующих достижения более высокой (нормированной) точности, необходимо для конкретного химического показателя пользоваться аттестованными методиками измерений, имеющими регламентированный алгоритм контроля точности результатов.

## 5. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ВЫПОЛНЯЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ

### 5.1. Типовые операции, выполняемые при анализе

Применяемые при химическом анализе методы включают ряд операций, которые являются типичными для многих химико-аналитических методик и содержат широко встречающиеся в практике приёмы. Ниже приводятся операции, выполнение которых составляет значительную часть подготовительных и аналитических работ при определении того или иного показателя при аналитическом химическом контроле. От корректного выполнения этих (как и других) операций во многом зависит правильность получаемого результата анализа.

**Фильтрация проб, растворов или суспензий** является важной операцией, часто выполняемой при химическом анализе. Эта операция выполняется в следующих типичных ситуациях:

- при отборе проб воды, когда проба выглядит мутной, имеющей взвешенные частицы;
- при отборе проб воды для определения показателя, который требуется анализировать именно в растворённой форме (при отсутствии фильтрации результатом анализа окажется определяемый компонент, имевшийся в пробе в растворённом, а также в адсорбированном и взвешенном состоянии);
- при приготовлении некоторых растворов и обработке проб, в ходе которых необходимо отделить отфильтрованный раствор (фильтрат) от осадка, причём дальнейшие операции могут выполняться с использованием как фильтрата, так и осадка и др.

Считается, что при фильтрации для эффективного отделения растворённых форм контролируемого компонента раствора от взвешенных следует использовать фильтр с размером пор около 0,45 мкм. В настоящем руководстве предусмотрено фильтрация проб, проводимое при необходимости отделения раствора от его твёрдой фазы, имеющей абразивные свойства и способной к отложениям на оборудовании и его порче. В основном это относится к определяемым металлам (алюминий, железо, марганец и др.). Это достигается с использованием специального бумажного фильтра «синяя лента», близким по размеру пор к мембранному фильтру. Учитывая, что фильтрация через бумажные фильтры «синяя лента» легко выполнимо в производственных и лабораторных условиях и при том обеспечивает достаточно эффективное фильтрацию, бумажные фильтры входят в состав многих портативных лабораторий и тест-комплектов производства ЗАО «Крисмас+».



Для ускорения фильтрования используется фильтр в складчатом виде. В такой форме работает вся поверхность листа, и фильтрование идёт быстрее. Изготовить складчатый фильтр несложно (рис. 6): обычный бумажный фильтр складывают пополам, затем складывают мелкой гармошкой, после чего аккуратно расправляют и вставляют в воронку установки для фильтрования.



Рисунок 6. Приготовление складчатого фильтра и фильтрование:  
 а — изготовление складчатого фильтра, б — готовый складчатый фильтр,  
 в — установка для фильтрования

Ниже приводим несколько основных правил при фильтровании через бумажные фильтры.

- Не заглаживайте сильно центр фильтра, бумага там может легко порваться!
- Фильтр следует выбирать такого размера, чтобы он слегка (на 3–5 мм) выступал из воронки. При излишних размерах фильтра его нужно обрезать ножницами.
- Приливая первые порции жидкости, слегка придерживайте фильтр палочкой. Далее жидкость со взвесью или осадком приливайте аккуратно по стеклянной палочке, не допуская взбалачивания уже сложившегося осадка.
- Первую порцию фильтрата (20–30 мл или более, если фильтр больших размеров) отбросьте, предварительно ополоснув ею приёмную колбу (эта порция собирает в себе загрязнения).
- Не упирайтесь палочкой в фильтр — влажная бумага легко рвётся! Также не пытайтесь ускорить фильтрование, перемешивая осадок на фильтре.
- Фильтрование идёт тем быстрее, чем больше жидкости на фильтре, но нельзя наливать до верхнего края бумаги (легко перелить)!



• Если фильтр всё же прорвался, надо приготовить новый и отфильтровать всё заново, в чистую колбу. Прорванный фильтр с осадком при этом можно положить в новый фильтр, облегчив тем самым фильтрование и сохранив уже собранный осадок на фильтре.

В некоторых определениях потребителю нужно *приготовить свежий раствор*. Приготовление раствора начинается с переноса имеющегося в изделии реагента из одной ёмкости в другую. При этом перенести реагент (раствор) *полностью* — значит перенести его без видимых остатков в исходной ёмкости. Такой способ обычно используется при добавлении реагента из капсулы. Перенести реагент куда-либо *количественно* — значит перенести полностью видимую часть реагента и, обмыв подходящим растворителем внутреннюю поверхность исходной ёмкости (капсулы, склянки), добавить смывку к основной его порции. Такой способ обычно используется при приготовлении растворов из стандарт-титра (фисканала).

Перелив аналитических растворов и других жидкостей выполнять через имеющиеся в составе портативного оборудования химические воронки. При этом флакон, из которого переливают жидкость, необходимо держать этикеткой к руке во избежание её порчи.



**Отбор пробы воды** в требуемую посуду обычно производят из пробоотборников, использовавшихся при отборе пробы непосредственно на оборудовании. При этом представительная часть пробы помещается подходящим способом в предусмотренную для анализа рабочую посуду (склянку, колбу и др.) до меток. Для точности перенос пробы в рабочую посуду может производиться с применением имеющегося в составе оборудования — градуированных пипеток и цилиндров малого объёма.



Перед заполнением склянки (пробирки, колбы) пробой следует убедиться в чистоте посуды, после чего её следует несколько раз ополоснуть анализируемой водой.



Для удобства работы с пробирками их устанавливают в штативы.



**Добавление жидких реагентов (растворов) к пробе или раствору** производится градуированными пипетками, предусмотренными для данной операции.



В случае добавления реагента по каплям соответствующий раствор может быть добавлен с применением полимерной пипетки или непосредственно из флакона-капельницы (в зависимости от имеющегося в составе оборудования).

После добавления реагента раствор необходимо перемешать, если в тексте не предусмотрено иное. Пипетку после добавления раствора необходимо промыть чистой водой.



**Добавление сыпучих реагентов к пробе** производится пересыпанием из капсул, а также добавлением при помощи мерной ложки или шпателя.



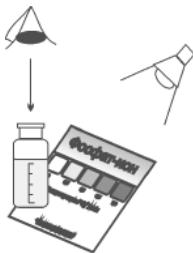
При использовании мерной ложки (шпателя) сыпучий реагент не должен содержать комков. Реагентом следует заполнять весь объем мерной ложки без горки. После добавления раствор перемешивают до полного растворения добавленного реагента.



10 мин

В тех пунктах, где это предусмотрено, пробу оставляют на указанное время для протекания реакции или иного процесса.

Обработанная проба по методике анализа в большинстве методов подвергается колориметрированию (визуально либо фотометрически) или титруется.



**О визуальном колориметрировании пробы** см. особенности выполнения анализа колориметрическими методами в п. 5.3.1.



**О фотометрировании пробы** см. в п. 5.3.2 и в тексте определений соответствующих показателей.



**Титрование пробы** может выполняться в упрощённом варианте (укороченная пипетка со шприцем) либо с применением пипетки (бюретки) в титровальной установке.

При титровании необходимо определить объём раствора титранта как разность между объёмом раствора в пипетке в начале и по окончании титрования. Подробнее об операциях при титриметрическом определении см. в п. 5.4.

Расчётная  
формула

В ряде определений предусмотрен **расчёт результатов анализа**, который может выполняться по полной либо упрощённой формуле.

## 5.2. Использование очищенной воды для химического анализа

В технологиях аналитического химического контроля большое значение имеет обеспечение чистоты применяемых реагентов и растворов, вводимых в пробу при её анализе. Это касается приготовления некоторых водных растворов потребителем из имеющихся в изделии компонентов (например, растворов титранта), а также разбавления водой пробы, что также предусмотрено в некоторых методиках.

При выполнении химического анализа воды, как правило, аналитики используют дистиллированную либо бидистиллированную воду. В аналитическом химическом контроле по ряду показателей необходимо использовать воду, специально очищенную от компонента, концентрация которого является измеряемым показателем. Особенно важно данное правило обеспечивать при определении малых концентраций, т.е. таких, остаточное значение которых в используемой воде сопоставимо с измеряемыми концентрациями этого же вещества.

Обязательное применение специально очищенной воды вместо дистиллированной или заменяющего её конденсата предусматривается в отраслевых стандартах и других нормативно-технических документах, регламентирующих методы аналитического химического контроля (ОСТ 34-70-953.2, РД 24.031.120, РД 24.032.01, МУ 08-47/227 и др.). При этом в разных нормативных документах встречаются указания об использовании воды, очищенной для химического анализа, очищенной от следов аммиака, обезжелезенной, обессоленной, осветлённой, умягчённой, деионизированной, химически обработанной и др.

В зависимости от характеристик дистиллированной воды либо конденсата, доступных на предприятии, использование очищенной воды для химического анализа может оказаться желательным или категорически необходимым для правильного выполнения определения.

Использование очищенной воды предусмотрено при выполнении анализа аммиака, железа, кремниевой кислоты и др.

Все растворы, предусмотренные настоящим руководством при подготовке к выполнению определения соответствующего показателя, следует готовить с использованием очищенной воды, применение которой не приводит к холостому окрашиванию пробы. В качестве такой очищенной воды могут быть использованы:

— имеющаяся в технологических циклах на предприятии Н-катионированная вода или конденсат;

— специально приготовленная очищенная вода для химического анализа по ОСТ 34.70.953.2 (набор для её приготовления производства ЗАО «Крисмас+» см. в приложении 4);

— очищенная вода для химического анализа, приготовленная с применением портативных лабораторно-промышленных установок различных типов, производящих воду требуемой степени очистки.

Очищенную воду, используемую для подготовки к определению, вне зависимости от способа приготовления следует проверить на соответствие требованиям ГОСТ Р 52501 её степени очистки, требующейся для выполнения анализа по данному показателю.

Приготовление очищенной воды — сложная процедура, требующая профессионализма и тщательности. Для работы по очистке необходимы паспортизованные материалы и специальная посуда, имеющаяся далеко не в каждой лаборатории.

Сущность метода очистки состоит в применении различных технологий фильтрации дистиллированной воды или конденсата через материалы (сорбенты), поглощающие органические примеси, катионы и анионы, а также задерживающие взвешенные нерастворимые частицы различной степени дисперсности.

Для упрощения и облегчения процедур приготовления очищенной воды при аналитическом химическом контроле рекомендуется использовать специальные установки, поставляемые вместе с оборудованием для контроля воды.

ГОСТ Р 52501 устанавливает две степени чистоты воды в зависимости от способа очистки исходной воды либо воды, уже имеющей достаточный уровень чистоты (табл. 11).

Таблица 11

**Степень чистоты воды для химического анализа и критерии, определяющие качество**

Степень чистоты воды	Признаки качества	Способы приготовления
1-я	Вода, в основном свободная от растворимых или коллоидных ионных и органических примесей и отвечающая жёстким аналитическим требованиям	Дальнейшая очистка воды 2-й степени чистоты (обратный осмос, деионизация, фильтрование через мембранный фильтр с размером ячейки 0,2 мкм, двойная перегонка с применением аппаратуры из кварцевого стекла и др.)
2-я	Вода с очень низким содержанием неорганических, органических или коллоидных примесей, используемая для чувствительных аналитических методов и определения компонентов в следовых количествах	Неоднократная перегонка либо деионизация, обратный осмос с последующей перегонкой

## 5.2. Использование очищенной воды для химического анализа

Согласно требованиям ГОСТ Р 52501, очищенная вода для химического анализа должна отвечать ряду требований (табл. 12) и контролироваться соответствующими методами.

Таблица 12

### Требования к показателям очищенной воды

Наименование показателя	Степень чистоты	
	1-я	2-я
1 Удельная электрическая проводимость при температуре 25 °С, мСм/м, не более	0,010	0,10
2 Массовая концентрация веществ, восстанавливающих $\text{KMnO}_4$ (O), мг/л, не более	Не определяется	0,08
3 Оптическая плотность при длине волны 254 нм, в кювете слоя 1 см, ед. оптической плотности, не более	0,001	0,01
4 Массовая доля остатка после выпаривания при температуре 110 °С, $\text{млн}^{-1}$ , не более	Не определяется	1,00
5 Массовая концентрация оксида (IV) ( $\text{SiO}_2$ ), мг/л, не более	0,010	0,02

Вследствие сложности контроля показателей табл. 12 для воды степени чистоты 1 показатели п. 2 и 4 таблицы не определяют при условии подтверждения качества контролем других показателей и соблюдением технологии приготовления (очистки) воды. Наиболее надёжным и информативным для оценки пригодности очищенной воды для подготовки к анализу является измерение её удельной электропроводности (п. 1 табл. 12), для чего необходим кондуктометр с соответствующими техническими характеристиками. Из отечественных сертифицированных приборов, позволяющих выполнять измерения малых значений удельной электропроводности, мы рекомендуем к применению в составе портативного оборудования для аналитического химического контроля кондуктометр типа МАРК-603 с датчиком ДП-015 (о кондуктометрах см. также п. 3.6.2).

Следует иметь в виду, что приготовленная по указанным требованиям вода является продуктом, который не подлежит длительному хранению (имеет небольшие сроки годности) ввиду потери своих первоначальных характеристик. Указанные в табл. 12 значения удельной электрической проводимости приведены для свежеприготовленной воды. При хранении очищенной воды в стеклянных сосудах может происходить её загрязнение в силу растворения в воде атмосферной двуокиси углерода, выщелачивания внутренней стеклянной поверхности сосудов и поглощения других возможных примесей (например,

из материала пробки), что, как правило, приводит к изменению первоначальных значений её удельной электрической проводимости очищенной воды.

Для хранения запаса очищенной воды или при использовании для анализа (проверки качества) воду помещают в хорошо закрывающиеся сосуды (бутыли) из боросиликатного стекла, полиэтилена высокого давления или полипропилена таким образом, чтобы бутылка была полностью заполнена водой (ГОСТ Р 52501).

При использовании для хранения очищенной воды бутылками из боросиликатного стекла их предварительно кипятят в течение не менее 2 ч в растворе соляной кислоты концентрации 1 моль/л, затем — дважды по 1 ч — в дистиллированной воде. При этом необходимо аналитически подтвердить, что вода при хранении в подготовленных сосудах сохраняет своё качество, в том числе по показателям п. 2 и 3 табл. 12.



***Необходимо принять все меры предосторожности, чтобы исключить риск загрязнения содержимого бутылок с очищенной водой.***

Пригодность очищенной воды к применению в анализе либо необходимость дополнительной очистки воды рекомендуется подтверждать аналитически в холостом опыте, т.е. путём выполнения определения пробы, не содержащей определяемого компонента.

### 5.3. Анализ колориметрическими методами

Колориметрический метод анализа основан на измерении поглощения света веществом. Определяемый компонент при помощи химико-аналитической реакции переводят в окрашенное соединение, после чего измеряют интенсивность окраски полученного раствора либо сравнивают интенсивность окраски исследуемого раствора с окраской стандартного раствора или плёночной контрольной шкалы. Интенсивность окраски является мерой концентрации анализируемого вещества. Если окраска пробы оценивается визуально, такой метод называется визуально-колориметрическим. При измерении интенсивности окраски проб с помощью прибора — фотоколориметра либо фотометра — метод называется фотометрическим.

Применение при анализе технологий ЗАО «Крисмас+» предусматривает, что полученные окрашенные пробы можно колориметрировать с помощью фотоколориметров (фотометров) в производственных или лабораторных условиях, и это позволяет выполнять количественный анализ, относимый к химическим измерениям с нормированными показателями точности.



### 5.3.1. Визуально-колориметрические методы

Методы визуальной колориметрии, в отличие от титриметрических методов, специалисты относят к сигнальным, или полуколичественным, методам.

При выполнении анализа визуально-колориметрическим методом (рН, аммиак, железо, кремниевая кислота, нитраты, нитриты и др.) определение проводится в специальных колориметрических пробирках или склянках.

Колориметрические пробирки и склянки изготавливаются из бесцветного стекла и могут иметь диаметр 11–15 мм и более (для склянок); они также могут иметь несколько меток — 5 мл, 10 мл и 20 мл (для склянок), показывающих объём в миллилитрах (и, следовательно, высоту), до которых следует наполнить пробирку (склянку) пробой исследуемой воды, чтобы обеспечить необходимые условия визуального колориметрирования. Имеющиеся в одном изделии колориметрические пробирки (и, соответственно, склянки для колориметрирования) должны иметь одинаковую форму и диаметр, так как от этих параметров зависит высота слоя окрашенного раствора и, следовательно, интенсивность окраски, что важно для правильного колориметрирования.

Наиболее точные результаты при анализе визуально-колориметрическим методом достигаются, если сравнивать окраску пробы с образцами окраски шкалы растворов-имитаторов<sup>8</sup>. Их приготавливают при необходимости заранее из реактивов-стандартов. Однако следует иметь в виду, что возникающие в процессе реакций окраски обычно малоустойчивы. По этой причине для проведения визуального колориметрирования соответствующие изделия — портативные лаборатории и тест-комплекты — укомплектованы также готовыми контрольными плёночными шкалами, на которых воспроизведены по цвету и интенсивности образцы окраски модельных растворов-имитаторов, имеющих известные значения определяемого показателя.

Оценку интенсивности окраски пробы при визуальном колориметрировании производят при достаточной освещённости рассеянным белым светом (искусственным, естественным, комбинированным). Максимальная интенсивность окраски раствора-пробы достигается в тех случаях, когда взгляд выполняющего визуальную оценку направлен сверху (через открытую пробирку либо склянку) вниз, так как при этом слой окрашенного раствора имеет максимальную толщину. При необходимости освещённость пробы и фона усиливают с помощью источника белого направленного света (фонаря, лампы). Визуальное колориметрирование пробы проводят, располагая колориметрическую склянку или пробирку на белом поле контрольной шкалы, наблюдают окраску раствора сверху (рис. 7).

<sup>8</sup> В лабораториях моделей ВХЭЛ и НКВ-12.1 шкалы на основе растворов-имитаторов используются также при внутреннем (операционном) контроле точности измерений.



За результат анализа при визуальном колориметрировании оператор принимает то значение концентрации образца шкалы растворов-имитаторов или образца окраски контрольной плёночной шкалы, которое он субъективно считает наиболее близким к окраске пробы.

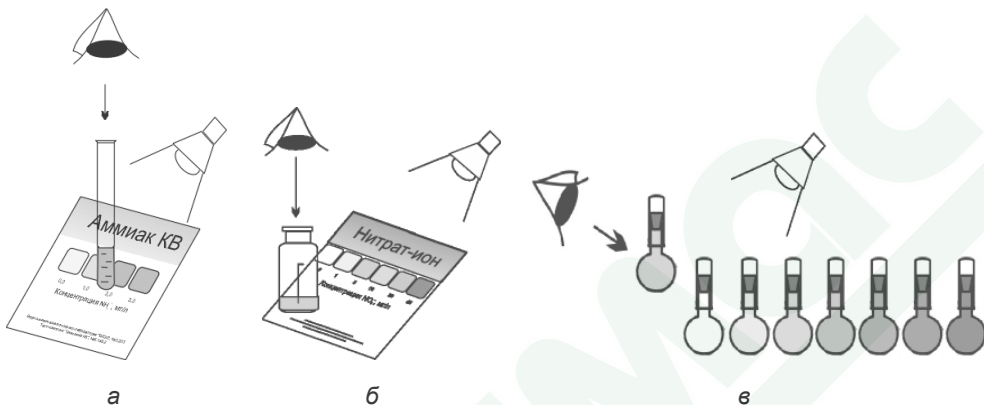


Рисунок 7. Проведение визуально-колориметрического определения: по контрольной плёночной шкале с применением колориметрической пробирки (а) и колориметрической склянки (б), а также по шкале с использованием растворов-имитаторов (в)

Если окраска раствора-пробы в колориметрической пробирке (склянке) окажется интенсивнее крайнего образца на шкале с максимальной концентрацией, проводят разбавление пробы, после чего определение повторяют. После колориметрирования вводят поправочный коэффициент, учитывающий степень разбавления пробы.

В случае если анализируемый компонент не подвергается гидролизу при разбавлении пробы, можно выполнить её разбавление и затем колориметрировать уже разбавленную пробу, имеющую известную степень разбавления, после чего в формулу расчёта результата анализа необходимо ввести поправку на разбавление пробы.

Для учёта разбавления пробы значение концентрации, полученной после колориметрирования разбавленной пробы, следует умножить на поправочный коэффициент, равный кратности степени разбавления пробы.

**Пример.** Перед анализом произвели разбавление пробы в 5 раз, для чего 100 мл пробы смешали с 400 мл дистиллированной воды (кратность разбавления равна 5). Результат анализа по конкретному показателю разбавленной пробы воды (т.е. концентрация анализируемого компонента) равен 0,20 мг/л. Рассчитываем концентрацию данного компонента в исходной (неразбавленной) пробе воды  $C_A$ :

$$C_A = 5 \times 0,20 = 0,10 \text{ мг/л.}$$

Следует иметь в виду, что возникающие в процессе колориметрических реакций окраски обычно малоустойчивы, поэтому при выполнении процедур анализа следует придерживаться указанной для данного определения продолжительности операций.

#### 5.3.2. Фотометрические методы

При фотометрическом анализе определяют оптическую плотность исследуемой пробы в стеклянных (или полимерных) кюветках с длиной оптического пути 1–5 см из комплекта фотометра (можно использовать и кюветы с большей длиной оптического пути — до 10 см, однако в этом случае может потребоваться проведение анализа с соответственно увеличенным объёмом пробы). При фотометрическом анализе выполняют измерение значения оптической плотности градуировочных растворов с дальнейшим расчётом значения концентрации определяемого параметра.

Технологии анализа ЗАО «Крисмас+» позволяют проводить определения с использованием выпускаемых в России и за рубежом промышленных фотометров и спектрофотометров. Выпускаемые отечественной промышленностью современные портативные фотометры (рис. 8 а, в) являются универсальными, так как имеют автономное питание, пригодны для работы в полевых и лабораторных условиях, имеют оригинальное программное обеспечение и позволяют выводить данные на персональный компьютер. Удобным вариантом для теплоэнергетических предприятий и служб водоподготовки (химводоочистки) можно считать поставляемый ЗАО «Крисмас+» набор-укладку для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К» (рис. 8 б). В наборе, кроме фотометра, работающего в режиме концентратомера, имеются принадлежности — склянки для хранения и транспортировки проб, кюветы и сборник методик измерения. При анализах проб в производственных условиях портативные колориметры удобно использовать в комплекте с ноутбуком.

Применение фотометрического метода, наряду с визуально-колориметрическим, предусмотрено при анализе ряда показателей (табл. 2).

Необходимым этапом фотометрического анализа является построение градуировочной характеристики, которая должна быть выполнена заблаговременно в соответствии с используемой методикой анализа. В приборах, поставляемых в составе портативных лабораторий от ЗАО «Крисмас+», концентрация анализируемого вещества выводится автоматически на дисплей фотоколориметра непосредственно при фотометрировании, так как прибор поставляется уже запрограммированным на автоматический расчёт значений концентрации при анализе и в него уже введены параметры градуировочных характеристик. В этом случае прибор работает в режиме концентратомера.



а



б



в



г

Рисунок 8. Фотометры:

- а — универсальный фотометр марки «Экотест-2020»;
- б — набор-укладка для полевого фотоколориметрирования «Экотест-2020-К»;
- в — универсальный фотометр марки «Эксперт-003»;
- г — лабораторный фотометр марки КФК-3

К приборам, способным работать в режиме концентратомера, относятся фотометры «Экотест-2020», «Эксперт-003». Соответствующие технические данные и особенности применения приборов приводятся в документации на них.

Однако не все фотометры могут работать в режиме концентратомера. Для таких приборов определение концентрации компонента проводится в режиме подключения прибора к персональному компьютеру или при считывании каждого полученного значения оптической плотности. В данном случае значение концентрации определяется по графической градуировочной характеристике, построенной потребителем заблаговременно по алгоритму, приведённому в методике измерений. Аналогично следует действовать потребителю при использовании работоспособных фотометров устаревших моделей.

При фотометрировании пробы в ходе анализа предусматривается выполнение всех операций с использованием комплектующих и реагентов, имеющих в составе соответствующего изделия (указаны в разделе 8 при описании процедур анализа некоторых показателей).

Полный перечень оборудования, используемого при фотометрическом определении, приведён в соответствующей методике выполнения анализа. В общем случае кроме средств комплектации из состава тест-комплекта или портативной лаборатории при фотометрическом определении используется фотометр с набором кювет 10 мм, вода дистиллированная и стандартный образец состава для соответствующего компонента, а также следующее оборудование для построения градуировочной характеристики (если прибор градуируется потребителем): пипетки градуированные (1–10 мл), колбы мерные (50, 100, 1000 мл) и другое оборудование, имеющееся обычно в аналитических лабораториях.

**Примечание.** Рекомендуется использование многофункционального набора посуды для химического анализа (приложение 3).

Фотометрирование позволяет существенно повысить точность анализа, однако требует большей тщательности и квалификации в работе. Как уже указывалось, необходимым этапом реализации фотометрической методики анализа является предварительное построение градуировочной характеристики, что описано в применяемой методике. Оценка параметров градуировочной характеристики фотометрической методики анализа позволяет при необходимости выявить диапазон линейности характеристики, визуализировать диапазон ошибок и др., что может иметь значение для подтверждения правильности измерений.

Возможность визуализации градуировочной характеристики, обеспечиваемая при измерениях концентраций веществ в воде с применением фотометра «Экотест-2020» и других современных приборов, приводит к значительной экономии времени оператора на ручных графических построениях.

### 5.4. Анализ титриметрическими методами

Титриметрический метод анализа основан на количественном определении объёма раствора одного из двух веществ, вступающих между собой в реакцию, причём концентрация одного из них должна быть точно известна. Метод заключается в том, что к определяемому веществу в пробе прибавляют раствор реагента известной концентрации (титранта) до тех пор, пока его количество не станет эквивалентным количеству прореагировавшего с ним определяемого вещества. При анализе раствор титранта помещают в бюретку (пипетку) и осторожно, малыми порциями, приливают его к исследуемому раствору. Эта операция называется титрованием. В момент окончания реакции достигается точка эквивалентности. В точке эквивалентности затраченное на титрование количество (моль) титранта равно и химически эквивалентно количеству (моль) определяемого компонента. Точку эквивалентности обычно определяют, вводя в раствор соответствующий индикатор и наблюдая за резким изменением окраски.

Особенностью титриметрических методов анализа является зависимость объёма раствора титранта от уровня контролируемой концентрации. Это обусловлено тем, что расходуемые при титриметрическом определении реагенты могут включать растворы с неизменным расходом на одно определение, но они обязательно включают раствор титранта, расход которого при анализе непостоянен и зависит от фактической концентрации титруемого компонента. Расход титранта можно считать связанным расчётной формулой (имеются в описании методик определения, см. раздел 8) со значением показателя, заданным для контроля. Это приводит к необходимости устанавливать ресурс изделий при титриметрическом определении в виде интервала значений количества анализов.

При выполнении анализа титриметрическим методом (щёлочность, хлорид-ионы, общая жёсткость) определение проводят в конических колбах различной вместимости и в склянках. В процессе титрования раствор перемешивают круговыми движениями либо встряхиванием.

Объёмы растворов титрантов дозируют с помощью бюреток, градуированных пипеток или более простых дозирующих устройств — шприцев, полимерных пипеток и др. (рис. 9). Наиболее удобны для титрования бюретки.

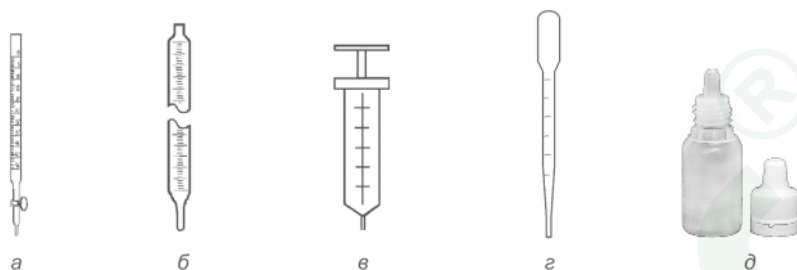


Рисунок 9. Средства для дозирования растворов:

- а — бюретка с краном; б — градуированная пипетка; в — шприц-дозатор;  
г — пипетка полимерная; д — флакон-капельница с крышкой

Для удобства заполнения градуированных пипеток растворами и титрования их герметично соединяют со шприцем-дозатором, используя соединительную силиконовую трубку (рис. 10).



*Запрещается заполнение пипеток растворами путём всасывания растворов ртом.*

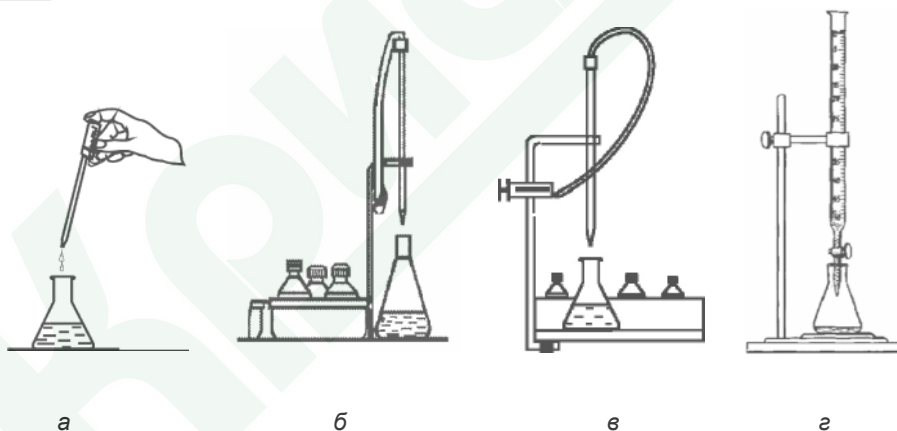


Рисунок 10. Установки для титрования в штативах:

- а — укороченная пипетка со шприцем, удерживаемая рукой;  
б — градуированная пипетка со шприцем в стойке-штативе, устанавливаемой на стенке укладочного контейнера тест-комплекта;  
в — то же из состава ВХЭЛ и НКВ-12.1 (на откидном столике);  
г — бюретка в лабораторном штативе

Удобной в применении является установка для титрования, входящая в состав портативных лабораторий — ВХЭЛ, НКВ-12.1, судовой лаборатории СЛКВ и др. (рис. 10, в), имеющих корпуса с откидывающимся к оператору столиком. Такая установка для титрования (приведена на рис. 11) представляет собой лёгкую сборную конструкцию, позволяющую удобно выполнять титрование с использованием градуированной пипетки, соединённой через полимерную трубку (6) со шприцем, при этом все указанные составные части размещаются и фиксируются на своих местах в съёмной стойке-штативе. Стойка-штатив (2) плотно устанавливается в петлю (1) на рабочем столике оператора. Она снабжена креплениями для стандартных калиброванных шприцев разного объёма от 2 до 10 мл (5), а также для различных градуированных пипеток разного диаметра объёмом до 10 мл (9). Надёжное фиксирование пипетки в отверстии штатива на нужной высоте достигается использованием ограничительного кольца из полимерной трубки, расположенного на пипетке на нужной высоте (8). В качестве ограничительного кольца можно использовать готовые кольца, предусмотренные в составе комплекта или отрезанные от соединительной трубки (6).

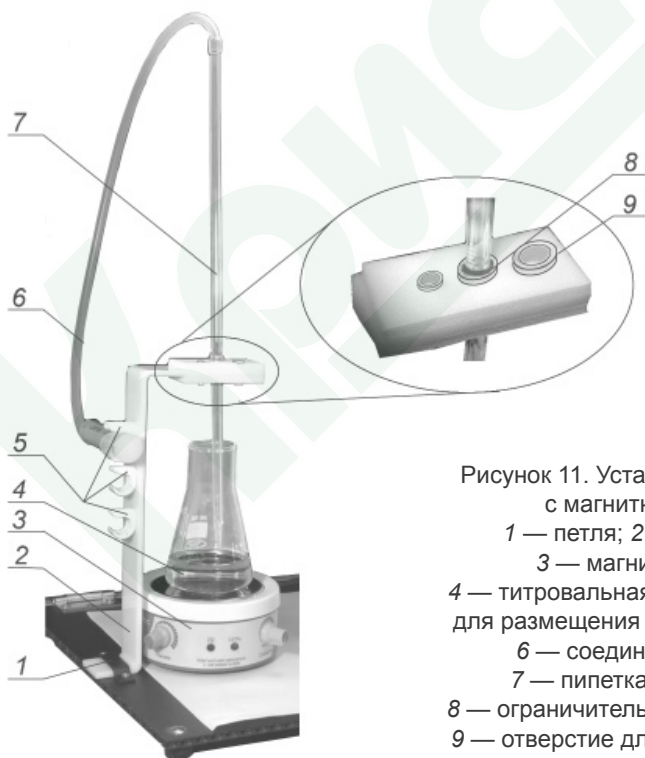


Рисунок 11. Установка для титрования с магнитной мешалкой:  
 1 — петля; 2 — стойка-штатив;  
 3 — магнитная мешалка;  
 4 — титровая колба; 5 — крепления для размещения дозирующих шприцев;  
 6 — соединительная трубка;  
 7 — пипетка градуированная;  
 8 — ограничительное кольцо на пипетке;  
 9 — отверстие для размещения пипеток



Раствор при титровании удобно перемешивать с использованием магнитной мешалки (рис. 11, 3). Установка для титрования позволяет в производственных и лабораторных условиях удобно и точно дозировать растворы, жидкие реагенты, а также пробы.

Следует иметь в виду, что измерение объёма водного раствора в бюретках, градуированных пипетках, мерных пробирках, мерных колбах проводится **по нижнему краю мениска** жидкости, который в случае водных растворов всегда вогнут (рис. 12). При этом глаз наблюдателя **должен быть на уровне метки**. Нельзя выдувать последнюю каплю раствора из пипетки или бюретки. Необходимо знать также, что вся мерная стеклянная посуда калибруется и градуируется при температуре 20 °С, поэтому для получения точных результатов измерения объёмов с применением пипеток, бюреток, мерных колб и т.п. температура растворов должна быть близка к комнатной.



Рисунок 12. Наблюдение уровня жидкости (мениска) при титровании

### Общий порядок выполнения операций при титровании

#### 1.

Соберите установку для титрования в её полном (рис. 11) или сокращённом (рис. 10, в) виде.

**Примечание.** В тех случаях когда стойка-штатив не используется, шприц соединяется с градуированной пипеткой через отрезок соединительной трубки, и данная система удерживается оператором в руках (рис. 11, а).



**При работе со стеклянными пипетками соблюдайте осторожность: опасайтесь чрезмерных усилий при надевании соединительной полимерной трубки или её отрезка — фиксирующего кольца на конец пипетки во избежание её поломки и возможного ранения рук осколками стекла.**

#### 2.

Заполните раствором титранта градуированную пипетку. Для этого конец пипетки опустите в склянку (флакон) с раствором титранта и, выдвигая поршень шприца, заполните полость пипетки.

#### 3.

Выполните титрование пробы. Для этого в коническую колбу или склянку поместите пробу и необходимые реагенты, как указано в описании метода определения. Далее колбу (склянку) с пробой и реагентами поместите



под градуированную пипетку таким образом, чтобы носик пипетки был направлен в центр колбы и опущен ниже верхнего края колбы на 1–2 см. Постепенно вдвигайте поршень шприца для переноса раствора титранта из пипетки в титруемую пробу, покачивая колбу для перемешивания содержимого. Наблюдайте изменение окраски пробы. В момент наиболее быстрого изменения окраски пробы раствор из пипетки добавляйте медленно, по каплям, при непрерывном перемешивании пробы от руки или магнитной мешалкой. При изменении окраски пробы следует добавление раствора прекратить и выждать 0,5–1 мин. Если окраска пробы восстановится, добавьте ещё немного раствора до изменения окраски. Моментом окончания титрования и соответствующим объёмом раствора титранта следует считать такое его значение ( $V_K$ ), после добавления которого прибавление нескольких капель титранта уже не вызывает изменения окраски раствора.



#### 4.

Определите объём раствора титранта, израсходованный на титрование, как разность между количеством раствора в пипетке в начале и по окончании титрования:

$$V = V_H - V_K.$$

Для уверенного визуального определения момента окончания титрования в случаях, когда в точке эквивалентности изменение окраски недостаточно контрастно, окраску титруемой пробы полезно сравнивать с окраской контрольной пробы, которая приготавливается аналогично титруемой пробе (такую пробу часто называют также свидетелем). В качестве такой пробы в зависимости от конкретной методики обычно выбираются точки начала титрования (до перехода окраски) или окончания титрования (после очевидного завершения перехода окраски). В некоторых тест-комплектах и портативных лабораториях ЗАО «Крисмас+» титрование предусмотрено проводить, сравнивая окраску пробы с окраской бумажного цветового образца начала и окончания титрования. Переход окраски в прозрачных растворах лучше проводить на белом фоне (на фоне листа белой бумаги).

## 6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ



*Перед тем как приступить к работе с портативной лабораторией или тест-комплексом, необходимо подробно ознакомиться с настоящим руководством и документацией к применяемому изделию.*

Выполняемые работы, включая отбор и консервацию проб, подготовку к анализу, выполнение определения, утилизацию, должны проводиться опытным оператором, прошедшим обучение приёмам и правилам безопасного выполнения работ, получившим допуск к работам согласно установленным на предприятии инструкциям.

Имеющиеся в составе портативного оборудования, производимого ЗАО «Крисмас+», химические реагенты, растворы и материалы находятся в количествах, не создающих угрозу безопасности и жизни людей, а также окружающей среде при условиях соблюдения установленных правил транспортирования, хранения, безопасной работы и утилизации.

Тест-комплекты и портативные лаборатории ЗАО «Крисмас+» не содержат взрывоопасных, ядовитых или наркотических веществ, а входящие в состав лаборатории реагенты и растворы герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при соблюдении необходимых мер безопасности.

### 6.1. Общие сведения и правила безопасности при работах по аналитическому химическому контролю



*При выполнении аналитического химического контроля с применением портативных лабораторий ВХЭЛ, НКВ-12.1 и тест-комплектов, а также при выполнении сопутствующих работ необходимо соблюдать правила безопасности при проведении:*

- *подготовительных операций к анализу, а также операций по выполнению определений, особенно имеющих соответствующие знаки безопасности (приведены в разделе 8);*
- *утилизации отработанных растворов, проб, а также реагентов с истёкшим сроком годности (приведены в п. 6.5).*

При работе с любыми химическими веществами и растворами настоятельно рекомендуется применять средства индивидуальной защиты — защитные очки и защитные перчатки, имеющиеся в составе портативных лабораторий и тест-комплектов, или аналогичные средства защиты.

Подготовка проб и проведение испытаний проводятся в соответствии с методиками, приведёнными в разделе 8 настоящего руководства.

При выполнении некоторых операций используются реагенты и/или растворы, представляющие повышенную опасность (указаны ниже в данном разделе). Операции по приготовлению, применению и утилизации таких растворов следует выполнять с обязательным использованием защитных очков и перчаток, а также нарукавников и фартука (рекомендуется).

### Знаки безопасности:



Осторожность при выполнении данной операции (указывается, что именно надо принять во внимание)



Использование защитных очков



Использование защитных перчаток

Перед проведением любых работ с применением портативного контрольного оборудования, производимого ЗАО «Крисмас+», следует подробно ознакомиться с настоящим руководством и сопроводительной документацией, в том числе с документацией к дополнительным модулям и приборам. Оператор должен практически освоить выполнение необходимых операций с контролем соблюдения правильных и безопасных приёмов работы и получением допуска к работам.

Химические реагенты и растворы, используемые при анализах, приведены в тексте каждого определения, а их размещение в изделии — в прилагаемых паспортах и другой сопроводительной документации. Операции при приготовлении растворов и выполнении определений, создающие факторы опасности, требующие при работе дополнительной осторожности и тщательности, приведены в п. 6.4 и особо отмечены в тексте описаний (раздел 8).

Необходимые при выполнении анализов реагенты, растворы и растворители следует содержать в герметично закрываемых стеклянных или полимерных флаконах с этикетками. Растворы следует приготавливать с учётом фактической потребности в них и сроков их годности при соблюдении правил, приведённых в настоящем руководстве. Входящие в состав оборудования реагенты и растворы герметично упакованы во флаконы с этикетками, и в упакованном виде не представляют опасности при хранении.

При работе следует руководствоваться основными правилами безопасности с химическими реактивами, предусмотренными для работы в химических лабораториях, с учётом требований пожарной безопасности:

- 1) все операции, связанные с использованием химических реагентов и растворов, их приготовлением и утилизацией, проводить с применением средств индивидуальной защиты (халат/костюм, защитные очки, перчатки, при работах с кислотами и сухими щелочами применять резиновый фартук и нарукавники);
- 2) избегать попадания химических реагентов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду, предметы, приборы;
- 3) запрещается принимать пищу (питьё) на месте проведения работ;
- 4) во время проведения работ запрещено курение и использование открытого огня;
- 5) при работе со стеклянной посудой соблюдать осторожность во избежание порезов;
- 6) обращать внимание на герметичность упаковки реагентов и растворов, а также на наличие хорошо и однозначно читаемых этикеток;
- 7) все работы с химическими реагентами проводить в вытяжном шкафу, а при его отсутствии — в хорошо проветриваемом помещении;
- 8) избегать вдыхания химических составов, особенно образующих пыль и пары;
- 9) химические реактивы брать только шпателем, пинцетом или специальной ложечкой (не руками!);
- 10) при отборе растворов пипетками пользоваться шприцем-дозатором с соединительной трубкой из состава оборудования (не втягивать растворы в пипетку ртом!);
- 11) проводить утилизацию отработанных проб, а также остатков реагентов и растворов по правилам, описанным в п. 6.5.

Для выполнения операционного аналитического контроля **ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать реагенты и растворы с истёкшим сроком годности.**

Некоторые части в составе портативного оборудования содержат реагенты и растворы, которые после выполнения анализа проб или по истечении сроков годности могут представлять опасность для здоровья, причинять вред имуществу и окружающей среде. По этой причине реагенты и растворы после отработки или по истечении срока годности, а также отработанные пробы подлежат обязательной утилизации.



Отработанные реагенты и растворы необходимо сливать в отдельные склянки для последующей переработки или передачи в организации, занимающиеся утилизацией химических веществ.

Работы по отбору проб следует проводить в соответствии с инструкцией, разработанной на объекте (об отборе и хранении проб см. раздел 7 настоящего руководства).



Следует иметь в виду, что в рабочем пространстве оператора может располагаться электропотребляющее оборудование, а также оборудование, работающее под большим избыточным давлением (до 35 кг/м<sup>2</sup> и более) с потоками воды и пара при температурах свыше 100 °С, что требует необходимости соблюдения соответствующих правил работы.

Работы по отбору проб сред и потоков, подготовке к проведению анализов и выполнению анализов (приведены в разделах 7 и 8) следует проводить, используя средства индивидуальной защиты — защитные очки или маску, а также защитные перчатки и резиновый фартук. При наличии на объекте специальной инструкции по технике безопасности следует руководствоваться ею наряду с соблюдением правил, изложенных в настоящем руководстве и в сопроводительной документации на оборудование для химического анализа.

При применении портативных лабораторий и тест-комплектов, а также при хранении оборудования следует иметь в виду, что имеющиеся в их составе химические вещества и растворы требуют особого обращения, в том числе:

- 1) хранения в специальном месте, недоступном для неспециалистов (учащихся, населения);
- 2) использования только персоналом, выполняющим работы;
- 3) учёта при расходовании.

### **6.2. Правила работы с едкими химическими веществами и растворами**

Сведения о применяемых химических реагентах и растворах при анализе указаны в тексте определений конкретных показателей, а также в пп. 6.3 и 6.4.

В некоторых определениях, проводимых при аналитическом химическом контроле, предусмотрено использование растворов кислот и едких щелочей. К ним относятся растворы, содержащие серную, соляную, азотную, уксусную кислоту; растворы гидроксида натрия и аммиака; щелочные буферные растворы, раствор молибдата аммония серноокислотный и др.

Повышенное внимание требуется при выполнении операций с применением растворов кислот и щелочей. Они обладают сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. При попадании таких растворов на кожу поражён-

## 6.2. Правила работы с едкими химическими веществами и растворами

ное место следует быстро промокнуть раствор любым тампоном (ветошь, салфетка, тряпка и т.п.), место попадания обильно промыть струёй воды и вымыть с мылом, и при необходимости обратиться к специалисту в медицинское учреждение.

Особенно опасны растворы кислоты и щелочей при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть несильной струёй воды, 2% водным раствором соды (при попадании кислот) или 3% водным раствором борной кислоты (при попадании растворов щелочей) и незамедлительно обратиться к врачу.

Несмотря на то что в поставляемых ЗАО «Крисмас+» изделиях содержатся готовые к применению водные растворы или растворы на основе разбавленных растворов кислот и щелочей (буферные растворы), в настоящем руководстве предусмотрено приготовление потребителем некоторых растворов самостоятельно по мере потребности в них, имея сведения об их составе и методику приготовления в разделе 8 настоящего руководства в соответствующих пунктах подготовки к анализу.



Разбавление концентрированных кислот и растворение сухих едких щелочей, а также работа с их концентрированными растворами должна выполняться в вытяжном шкафу, в хорошо проветриваемом помещении, на поддонах в средствах индивидуальной защиты (очках, перчатках, респираторе, резиновых фартуке и нарукавниках).

Некоторые растворы, для приготовления которых необходимо разбавлять концентрированные кислоты или растворять сухую едкую щёлочь, следует готовить при обязательном соблюдении предписанных правил безопасности. При разбавлении водой концентрированных кислот и сухих едких щелочей выделяется большое количество тепла. Разбавление необходимо выполнять осторожно и постепенно, **приливая кислоту или добавляя сухую едкую щёлочь к воде малыми порциями при непрерывном перемешивании**. При разбавлении необходимо контролировать температуру раствора. Выделяющееся тепло необходимо отводить путём охлаждения раствора, например, на холодной водяной бане (иначе раствор может вскипать и разбрызгиваться). Разбавление следует проводить в подходящей термостойкой и химически стойкой посуде (например, фарфоровом стакане, колбе из термостойкого стекла).

При консервации проб растворами кислот, проводимой при анализе некоторых показателей в технологиях водоподготовки, необходимо учитывать факторы химической опасности и соблюдать правила безопасной работы.

### 6.3. Правила работы с растворителями и опасными химическими веществами

#### 6.3.1. Правила работы с растворителями

При консервации некоторых проб, а также при выполнении отдельных анализов используются органические растворители.

Ниже приведены свойства растворителей, используемых при выполнении анализа проб воды.

*Гексан  $C_6H_{14}$*  применяется при экстрагировании проб нефтепродуктов. Обладает наркотическим действием при вдыхании паров и раздражающим и обезжиривающим действием при попадании растворителя на кожные покровы. Относится к легковоспламеняемым жидкостям. Класс опасности 4 (малоопасен). ПДК в воздухе рабочей зоны — 200 мг/м<sup>3</sup>.

*Четырёххлористый углерод  $CCl_4$*  применяется при экстрагировании проб нефтепродуктов. Обладает токсическим действием при вдыхании его паров и при попадании капельножидкого растворителя на кожные покровы. Негорюч. Класс опасности 2 (высокоопасен). ПДК в воздухе рабочей зоны — 20 мг/м<sup>3</sup>.

Работать с указанными растворителями и растворами на их основе следует в вытяжном шкафу. Учитывая небольшие количества используемых растворителей при анализе, можно допустить выполнение анализа с их применением в хорошо проветриваемых помещениях. При этом следует исключить возможность вдыхания паров растворителей и попадания их в капельножидком виде на одежду, кожные покровы и слизистые оболочки.

При нарушении правил безопасной работы, в случае ощущения в воздухе паров растворителя (пары обладают характерным запахом) работы следует немедленно прекратить и проветрить помещение. При попадании капельножидкого растворителя и растворов на его основе на кожные покровы и слизистые оболочки необходимо их сразу же собрать салфеткой, а соответствующий участок промыть тёплой водой с мылом.

#### 6.3.2. Правила работы с опасными химическими реагентами и растворами

Сведения о химических реагентах и растворах, обращение с которыми требует повышенного внимания и особо тщательного соблюдения мер безопасности, а также меры первой помощи приведены ниже в данном разделе и в паспорте на конкретное изделие.



При работе с растворами следует применять индивидуальные средства защиты (защитные очки, перчатки, халат), а также соблюдать правила личной гигиены, не допускать попадания реактива внутрь организма, на кожу и слизистые оболочки.

Работы, связанные с использованием указанных соединений и их растворами (взвешивание, приготовление растворов и т.д.), следует проводить в вытяжном шкафу над поддоном. После работы следует тщательно вымыть руки теплой водой с мылом.

**Ртуть азотнокислая (II) 1-водная** используется при определении растворённого кислорода в котловой воде. В состав изделия входит в виде водного раствора 10% и в виде соли для приготовления потребителем израсходованного раствора. Представляет собой бесцветные прозрачные кристаллы, распыляющиеся на воздухе, имеет формулу  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \times \text{H}_2\text{O}$ . Ртуть азотнокислая (II) 1-водная является высокоопасным соединением, по степени воздействия на организм человека относится к веществам 1-го класса опасности<sup>9</sup>. ПДК в воздухе рабочей зоны 0,2 мг/м<sup>3</sup>. Работы с раствором азотнокислой ртути и сухим реагентом следует проводить при обязательном применении индивидуальных средств защиты, соблюдении правил личной гигиены. Не допускать попадания реактива внутрь организма, на кожу и слизистые оболочки. Работы, связанные с использованием соединений ртути (взвешивание, приготовление растворов и т.д.), следует проводить в вытяжном шкафу над поддоном. После работы с солями ртути следует тщательно вымыть руки теплой водой с мылом.

**Реактив Несслера** представляет собой щелочной раствор комплексной соли калия, ртути и йодистоводородной кислоты — тетраиодомеркурата (II) калия, имеющего формулу  $\text{K}_2[\text{HgI}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$ . Широко применяется в качестве реагента для определения иона аммония. ПДК в воздухе для тетраиодомеркурата (II) калия не установлена, однако, являясь содержащей ртуть щелочной смесью, реактив Несслера требует обращения с соблюдением всех указанных в настоящем руководстве правил безопасности. При попадании реактива Несслера или содержащих его проб и растворов на кожу или слизистые оболочки возникает сильное раздражение, которое может привести к ртутному отравлению.

**Реактив Грисса** имеется в составе ряда изделий в виде сухой смеси и широко применяется в качестве реагента при определении нитрат-ионов и нитрит-ионов. Представляет собой смесь альфа-нафтиламина (его в сухом реактиве 1%), сульфаниловой кислоты и винной кислоты. Реактив Грисса относится к 4-му классу опасности (малоопасен). Оказывает раздражающее воздействие

---

<sup>9</sup> Здесь и далее приведены классы опасности химических веществ по воздействию на организм человека по ГОСТ 12.1.007.

как на кожные покровы, так и на слизистые. Важно, что имеющийся в составе реактива Грисса альфа-нафтиламин обычно содержит технологическую примесь — небольшую долю бета-нафтиламина, обладающего канцерогенными свойствами. Поэтому несмотря на отсутствие канцерогенных свойств у альфа-нафтиламина, небольшое содержание бета-нафтиламина в реактиве Грисса и небольшие количества реактива Грисса в пробе при анализе, обращаться с ним следует с соблюдением указанных в настоящем руководстве правил безопасности. При попадании реактива Грисса или его растворов на кожу место поражения необходимо протереть чистой салфеткой и промыть струей чистой воды с мылом.

**Хлорид бария** имеется в составе изделий в виде мало концентрированного водного раствора и широко применяется в качестве реагента при определении сульфат-ионов. Хлорид бария является высокоопасным соединением, класс опасности — 2. Используемый раствор хлорида бария опасен при попадании в желудочно-кишечный тракт (возможны отравления). При попадании раствора внутрь необходимо вызвать скорую помощь и промывание желудка через зонд водой; при попадании в глаза — обильное промывание слизистых глаза, при попадании на кожные покровы — тщательное удаление вещества тампоном и мытьё тёплой водой с мылом.

**Гидроксиламин солянокислый** имеется в составе изделий в виде 2%-го раствора. Применяется для устранения мешающего влияния марганца в определении общей жёсткости котловой воды, мешающего влияния железа при определении марганца в природной воде и др. Относится к малоопасным веществам, 4-й класс опасности. Гидроксиламин солянокислый может вызывать раздражение глаз, кожных покровов и дыхательных путей. При попадании раствора гидроксиламина солянокислого на кожные покровы — промыть большим количеством воды. При попадании в глаза — промыть большим количеством воды, затем обратиться к врачу.

**Формалин технический** применяется при определении в воде ионов марганца. Технический формалин содержит опасные вещества — формальдегид (2-й класс опасности) и метанол (3-й класс опасности). ПДК формалина в воздухе рабочей зоны — 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Опасен при вдыхании, попадании на кожу и в глаза. При вдыхании пострадавшего вывести на свежий воздух и обеспечить вдыхание водяных паров с добавлением нескольких капель нашатырного спирта; в первые минуты (для нейтрализации избытка формалина) в нос закапать растительное масло, обеспечить пострадавшему покой и тепло. При попадании на кожу поражённое место промыть водой или 5%-м раствором нашатырного спирта. При попадании в глаза незамедлительно обильно промыть их проточной водой с приоткрытыми веками. Снять контактные линзы при использова-

нии и, если это легко сделать, продолжить промывание глаз. Во всех случаях обязательно немедленно обратиться за медицинской помощью.

**Серная кислота** концентрированная (98%, плотность 1,84 г/л) применяется при приготовлении некоторых аналитических растворов. Является высокоопасным веществом 2-го класса опасности. ПДК для паров серной кислоты в воздухе рабочей зоны — 1 мг/м<sup>3</sup>. Обладает сильным разъедающим действием при попадании на кожные покровы, слизистые оболочки, одежду, обувь, оборудование и т.п. Серная кислота и её растворы особенно опасны при попадании в глаза. В этом случае поражённое место необходимо обильно промыть несильной струей воды, 2%-м водным раствором соды и срочно обратиться в медицинское учреждение к специалисту.

**Соляная кислота** применяется для приготовления некоторых аналитических растворов в виде крепкого водного раствора (1 : 1). Вследствие содержания растворённого хлороводорода (HCl) растворы соляной кислоты обладают раздражающим действием при попадании на кожные покровы, слизистые оболочки. Особенно опасен при попадании в глаза. В этом случае поражённое место необходимо быстро и обильно промыть струей воды, при необходимости срочно обратиться к специалисту. При попадании на кожу поражённое место обильно промыть струей воды и вымыть с мылом.

**Щёлочь едкая (гидроокись натрия, аммиак водный)** применяется при приготовлении некоторых аналитических растворов. Представляет опасность при попадании в виде концентрированных растворов в глаза, на кожные покровы, одежду. Обладает сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь, оборудование и т.п. Растворы щёлочи особенно опасны при попадании в глаза. В этом случае поражённое место необходимо быстро и обильно промыть несильной струей воды, 3%-м раствором борной кислоты и обратиться к врачу.

### 6.4. Основные факторы опасности при выполнении работ

В табл. 13 приведены операции при химическом контроле, требующие особого внимания в силу повышенной опасности применяемых (приготавливаемых) реагентов и растворов и необходимости выполнения с обязательным использованием средств индивидуальной защиты.

Таблица 13

#### Операции при химическом контроле, представляющие повышенную опасность

Определяемый показатель	№ п. метода определения	Характеристика операции	Стадия анализа
Аммиак	8.2.1.3	Операции с реактивом Несслера	Выполнение определения
Аммоний	8.2.2.1	Операции с реактивом Несслера	Выполнение определения
Железо общее	8.4.1	Обработка посуды для отбора проб кипячением с конц. соляной кислотой. Операции с серной кислотой 25%	Отбор проб
		Операции с раствором аммиака 10%	Выполнение определения
Железо общее	8.4.2	Операции с раствором гидроксида натрия 10%. Операции с раствором гидроксил-амина солянокислого. Операции с буферным ацетатным раствором (содержит уксусную кислоту)	Выполнение определения
Кислород	8.10.1	Приготовление раствора индигокармина кислого – растворение индигокармина с конц. серной кислотой на горячей водяной бане. Приготовление раствора азотнокислой ртути из навески	Подготовка к анализу
		Приготовление амальгированного цинка	Подготовка редулятора

Определяемый показатель	№ п. метода определения	Характеристика операции	Стадия анализа
Кислород	8.10.2	Операции с йодидом калия щелочным. Операции с раствором серной кислоты 1 : 2	Выполнение определения
Кремниевая кислота	8.11.1	Операции с серной кислотой 5 моль/л	Выполнение определения
		Операции с раствором аммиака 25%	Подготовка к анализу
Марганец	8.12.1	Операции с формалином. Операции с гидроксиламином солянокислым	Подготовка к анализу и выполнение определения
		Операции с раствором аммиака 3 : 1	Выполнение определения
Нитраты	8.15.1	Операции с реактивом Грисса	Выполнение определения
Нитриты	8.16.1	Операции с реактивом Грисса	Выполнение определения
Фосфаты	8.23.1	Операции с молибдатом аммония (содержит серную кислоту)	Выполнение определения
Фосфаты	8.23.2	Операции с раствором гидроксида натрия 10%. Операции с серной кислотой 34%	Выполнение определения полифосфатов

## 6.5. Правила утилизации

Отработанные в ходе подготовительных и контрольных операций реагенты и растворы, проанализированные пробы, а также отработанные растворы и растворы с истёкшим сроком годности подлежат утилизации.

Все работы по утилизации отработанных проб, а также аналитических реагентов и растворов должны выполняться в условиях вентилируемого или хорошо проветриваемого помещения. Утилизацию следует проводить на поддоне в защитных очках, перчатках, халате, резиновом фартуке и нарукавниках.

Все *смешивающиеся с водой* отработанные пробы и растворы после анализа, а также растворы и жидкие реагенты необходимо сливать в отдельную хорошо закрывающуюся склянку и проводить их нейтрализацию растворами щелочей или кислот с концентрацией 5–10% (это удобнее делать в лабораторных условиях). Нейтрализацию проводят, добавляя постепенно соответствующие растворы и контролируя кислотность раствора по универсальной индикаторной бумаге до значения pH 6–8. Нейтрализованные растворы следует разбавлять большим количеством воды (1 : 100) и сливать в канализацию как бытовые сточные воды либо утилизировать согласно действующей на предприятии инструкции.

Неизрасходованные сухие реагенты допускается утилизировать посредством растворения в воде до концентрации раствора 5–10% с дальнейшим многократным (1 : 100) разбавлением раствора водой, нейтрализацией и утилизацией как бытовые сточные воды, как указано выше.

Жидкие, смешивающиеся с водой растворы после утилизации, нейтрализации и разбавления следует считать отходами V класса опасности (практически неопасными) согласно приказу Министерства природных ресурсов РФ от 15.06.2001 г. № 511.

Следующие компоненты изделия следует утилизировать с привлечением специализированной организации:

- не смешивающиеся с водой растворители и пробы;
- реагенты и растворы, содержащие соли ртути (реактив Несслера и т.п.);
- сухие реагенты — неизрасходованные, загрязнённые и с истёкшим сроком годности, отдельно по каждому наименованию (реактив Грисса, перманганат, анионит, катионит и др.).

Для передачи специализированной организации каждый из компонентов изделия указанных выше наименований следует накапливать в отдельном хорошо закрывающемся флаконе.

Пластмассовые и стеклянные элементы, отработанные полимерные и прочие принадлежности, пакеты, плёнка и т.п., а также укладка в целом утилизируется как твёрдые бытовые отходы. При этом стеклянные элементы подлежат раздроблению.

При отсутствии необходимых условий для проведения утилизации предприятие должно проводить её с привлечением специализированной организации.

## 7. Отбор, консервация и хранение проб

Отбор проб — важный этап аналитического химического контроля, имеющий свою специфику в отношении точек отбора проб (особенно для теплоэнергетического оборудования), отличающуюся от соответствующих процедур при химическом анализе проб исходной воды, требования к отбору проб которой в целом аналогичны используемым при отборе проб питьевой и природной воды. Соблюдение правил отбора проб воды и пара при организации водно-химического режима (РД 24.031.120, РД 24.032.01, РД10-165, ОСТ 34-70-953.1 и др.) обеспечивает представительность пробы, сохранение состава исследуемой воды до анализа и гарантирует защиту от случайных загрязнений.

Перед проведением работ по отбору проб воды и пара персонал должен быть проинструктирован о правилах безопасной работы в конкретных условиях с проверкой знаний и допуском к работам.



*К отбору проб в тепловых сетях должны привлекаться работники, компетентность которых удостоверена в порядке, действующем на предприятии.*

### 7.1. Подготовка посуды для отбора проб воды

Требования к подготовке ёмкостей для отбора проб должны соответствовать требованиям ГОСТ 31861 и стандартам на метод определения конкретного показателя.

Ёмкости для отбора проб должны быть тщательно промыты, чтобы свести к минимуму возможные загрязнения пробы. Тип применяемого для промывки вещества выбирают в зависимости от определяемых показателей и материала ёмкости.

Новую стеклянную посуду ополаскивают раствором моющего средства для удаления пыли и следов упаковочного материала с последующей промывкой дистиллированной или деионизованной водой. Посуду заполняют 1 моль/л раствором азотной или соляной кислоты и выдерживают не менее 1 суток, затем тщательно ополаскивают дистиллированной или деионизованной водой.



**Соблюдайте осторожность при работе с растворами кислот.**



При определении фосфатов, кремния, бора и поверхностно-активных веществ для промывки ёмкостей не допускается использовать растворы моющих средств.

Пластмассовые ёмкости ополаскивают разбавленной соляной кислотой, тщательно промывают водопроводной водой, ополаскивают дистиллированной водой и высушивают.

### 7.2. Применение устройств для отбора проб воды и пара

При аналитическом химическом контроле анализу подвергаются пробы воды и пара, получаемого из различного оборудования. Анализируемые среды (потoki), точки отбора проб и основные типы оборудования (сети) при водно-химическом контроле теплоэнергетического оборудования приведены в табл. 14.

Метод отбора проб выбирают в зависимости от типа воды, её напора, потока, температуры, глубины пробоотбора, цели исследования и перечня определяемых показателей с таким расчётом, чтобы исключить (свести к минимуму) возможные изменения определяемого показателя в процессе отбора.

Отбор проб воды и пара осуществляется при использовании специального оборудования — пробоотборных устройств разных типов, установленных стационарно на котлоагрегатах и других элементах тепловых сетей (табл. 15). Персоналом должны соблюдаться правила безопасности при отборе проб.



***Соблюдение правил работы при отборе проб воды и пара является обязательным.***

Устройства для отбора проб должны соответствовать требованиям РД 24.031.121 и других действующих отраслевых документов.

Перед отбором пробы пробоотборную линию следует продуть с максимально возможной интенсивностью. По окончании продувки следует установить расход анализируемой воды до 25 кг/ч (в расчёте на отбор перегретого пара) и её температуру — 25–40 °С. Отбор проб следует производить не ранее чем через 3 ч после продувки линии.

## 7.2. Применение устройств для отбора проб воды и пара

Таблица 14

Анализируемые среды (потoki), точки отбора проб и основные типы оборудования (сети) при аналитическом химическом контроле

Анализируемая среда (поток), точка отбора пробы	Тип оборудования (сети)				
	Паровые газотрубные котлы	Паровые и энерготехнологические котлы и котлы-утилизаторы (р.д. до 50 кгс/см <sup>2</sup> )	Водогрейные котлы	Прямоточные котлы	Воды производственных тепловых электростанций
Вода после деаэратора			•		
Вода после подпиточного насоса			•		
Известково-коагулированная вода					•
Исходная вода	•		•		•
Коагулированная вода					•
Конденсат возвратный				•	•
Конденсат пара	•	•			•
Конденсат турбинный				•	•
Котловая вода	•	•			•
Обессоленная вода					•
Осветлённая вода	•		•		
Охлаждающая вода					•
Очищенная вода					•
Питательная вода	•	•		•	
Питательная вода и её составляющие (конденсаты, обессоленная, натрий-катионированная)					•
Подпиточная вода	•				
Сетевая вода	•				•
Сетевая вода перед котлом			•		
Сетевая вода после сетевого насоса			•		
Теплофикационная вода					•
Умягчённая вода					•
Химически обработанная вода			•		
Химически очищенная вода	•	•			
Циркулирующие воды в системах охлаждения					•

## Характеристика и место установки пробоотборного устройства

Наименование элемента	Характеристика, условное обозначение по стандарту	Место установки
Пробоотборный зонд для отбора сетевой воды	Зонд трубчатый 1.0 ОСТ 108.030.04-80	Трубопровод сетевой воды на входе в котёл и после сетевого насоса
Пробоотборный зонд для отбора деаэрированной воды	Зонд трубчатый 1.0 ОСТ 108.030.04-80	Трубопровод подпиточной воды на выходе из деаэратора*
То же для подпиточной воды	Зонд трубчатый 1.0 ОСТ 108.030.04-80	Трубопровод на напоре подпиточных насосов
Холодильник	Холодильник змеевиковый на две точки отбора, 14.0 ОСТ 108.030.04—80, 15.0 ОСТ 108.030.04—80	В районе водного щита
Водный щит	Щит водный 16.0 ОСТ 108.030.04—80	По проекту
<p><b>Примечание.</b> Данные табл. 15 приведены на основе РД 24.031.120-91 для оборудования типа стационарных прямооточных водогрейных котлов теплопроизводительностью от 2,33 МВт (2 Гкал/ч) до 209 МВт (180 Гкал/ч) с температурой сетевой воды на выходе из котла не более 200 °С.</p> <p>* В установках с вакуумным деаэратором пробоотборное устройство устанавливается в ближайшей к деаэратору точке тракта с избыточным давлением.</p>		

## 7.3. Отбор и хранение проб

При отборе проб воды на оборудовании котельной схемы необходимо соблюдать следующие условия:

- скорость среды во входном отверстии пробоотборного зонда должна быть равна скорости среды в трубопроводе, из которого отбирается проба;
- пробоотборная трасса должна быть наиболее короткой для уменьшения запаздывания пробы;
- линия отбора пробы должна быть из коррозионностойкой стали;
- в месте отбора должна быть достаточная турбулизация потока;
- отбор пробы производят из вертикального нисходящего участка трубопровода.

При отборе проб для определения нелетучих растворимых веществ через пробоотборное устройство должна быть пропущена исследуемая вода, если непосредственно перед этим из него проба не отбиралась, либо произведена продувка устройства. Продувать всю пробоотборную трассу следует в течение 15–20 мин, после чего устанавливают скорость истечения жидкости, обеспечивающую запаздывание пробы не более чем на 10 мин.



***Недопустимо во время отбора проб менять установившуюся скорость истечения, прикасаться к запорным вентилям, допускать толчки и удары по пробоотборной трассе!***

Особенности при отборе проб для анализа конкретных показателей приведены в описании соответствующей методики определения.

При отборе и переноске (транспортировке) пробы создают условия, исключающие возможность её загрязнения.

Пробы питательной воды и конденсата пара отбираются в инертные полимерные (полиэтиленовые, фторопластовые) сосуды.

При отборе пробы для определения кислорода необходимо обеспечить её защиту от контакта с воздухом.

Отбираемая проба должна быть охлаждена до температуры, не превышающей 40 °С.

При хранении отобранные пробы должны быть закрытыми и не должны находиться вблизи нагревательных приборов.

Сроки, в течение которых отобранные пробы должны быть проанализированы, определяются требованиями эксплуатации оборудования и возможностями сохранения проб. В общем случае хранение отобранных проб можно осуществлять с учётом необходимости консервации проб (соответствующие правила приведены в ГОСТ 31861 и руководстве<sup>10</sup>), что применимо для анализа многих показателей при водоподготовке. Вместе с тем при эксплуатации оборудования в нормативных документах возможность консервации проб воды в производственных условиях не предусмотрена ввиду возможности изменения определяемого показателя в процессе отбора.



***Анализы по определению летучих веществ (аммиака, кислорода) и веществ, находящихся одновременно в растворённом состоянии и в форме суспендированных частиц (железо, кремниевая кислота), следует выполнять сразу же после отбора проб. В других случаях пробы сред (потоков) должны быть проанализированы в течение не более 3 ч, если иное не указано в методике определения.***

<sup>10</sup> Руководство по анализу воды.

За каждой пробой следует закрепить отдельный сосуд и нанести на него метки с целевым обозначением. Объём отбираемой пробы должен быть достаточным для выполнения анализа данного вида, а количество проб — таким, чтобы при необходимости анализ можно было повторить.

Большинство из приведённых в настоящем руководстве технологий анализа ЗАО «Крисмас+» и соответствующие методики реализуемы во внелабораторных производственных условиях и позволяют успешно выполнять анализ непосредственно на месте отбора пробы. Такие технологии анализа в числе других преимуществ не требуют консервации проб.

При доставке отобранных проб на место выполнения анализа рекомендуется пользоваться специальным набором для отбора и переноски проб производства ЗАО «Крисмас+», включающим ящик с отделениями для сосудов с пробами (приложение 2). Число гнезд (отделений) в наборе может изменяться в зависимости от плана контроля и количества одновременно отбираемых проб.

## 8. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЙ

**ВНИМАНИЕ!** Перед проведением анализов следует внимательно изучить изложенные в настоящем руководстве правила техники безопасности, общие правила и методы работы по аналитическому химическому контролю с применением портативного оборудования. В необходимых случаях следует организовать обучение персонала приемам работы с лабораторией.



*При подготовке к работе и выполнении определений настоятельно рекомендуется применять имеющиеся в составе экспресс-лаборатории защитные очки и перчатки, а работу с реагентами, растворами и пробами осуществлять на подносах либо на поверхностях, имеющих защитное покрытие.*

В приводимых ниже методиках определений используются растворы, реагенты, посуда, оборудование и приспособления из состава портативного оборудования, за исключением случаев, специально оговорённых в тексте при описании соответствующих определений.

**В полном (не сокращённом) варианте данное издание руководства доступно:**

- 1) в составе сопроводительной документации к поставляемой продукции для водного аналитического химического контроля (портативные лаборатории ВХЭЛ, НКВ-12.1 и др.);
- 2) при заказе документации через интернет-магазин на сайте:  
<https://shop.christmas-plus.ru/>
- 3) в размещённой библиотеке изданий ЗАО "Крисмас+" на сайте  
<https://elibrary.ru/>.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

### А. Справочная литература

1. Водно-химическая экспресс-лаборатория (ВХЭЛ) : руководство по применению РП 203-82182574-2023 / А. Г. Муравьев, И. В. Субботина, Н. А. Осадчая [и др.] ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьева. — СПб. : Крисмас+, 2023. — 224 с.

2. Деев, И. Т. Коррозия водяных экономайзеров после обработки питательной воды сульфитом / И. Т. Деев // Внутрикотловые физико-химические процессы : сборник. — М. : Энергетический ин-т им. Г.М. Кржижановского АН СССР, 1957. — С. 334–338.

3. Лапшин, В. К. Теория и практика водоподготовки : метод. пособие / В. К. Лапшин. — М. : КФ Центр, 2014. — 308 с. ; ил.

4. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьева. — 5-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Крисмас+, 2021. — 360 с. ; ил.

5. Тихонов, И. А. Оценка влияния углекислоты на водно-химический режим паровых котельных / И. А. Тихонов [Электронный ресурс] // Tiwater.info. — Режим доступа: <https://tiwater.info/ocenka-vlijanija-uglekisloty-na-vodno-himicheskij-rezhim-parovyh-kotelnyh/> (дата обращения: 01.10.2023).

6. Энциклопедия по машиностроению XXL. Оборудование, материаловедение, механика и... [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mash-xxl.info/> (дата обращения: 01.10.2023).

### Б. Российские государственные и отраслевые стандарты

ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа.

ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди.

ГОСТ 18165-2014. Вода. Методы определения содержания алюминия.

ГОСТ 20995-75. Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара.



ГОСТ 26449.3-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод и дистиллята на содержание газов.

ГОСТ 30813-2002. Вода и водоподготовка. Термины и определения.

ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.

ГОСТ 31868-2012. Вода. Методы определения цветности.

ГОСТ 31940-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов.

ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жёсткости.

ГОСТ 31957-2012. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов.

ГОСТ 33045-2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ.

ГОСТ Р 52501-2005 (ИСО 3696:1987). Вода для лабораторного анализа. Технические условия.

ГОСТ Р 55682.12-2013/ЕН 12952-12:2003. Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 12. Требования к качеству питательной и котельной воды.

ИСО 7027:1999. Качество воды. Определение мутности.

## **В. Методики измерений ЗАО «Крисмас+»**

МВИ-01-190-09 (ФР.1.31.2009.06499). Методика выполнения измерений массовой концентрации железа общего в пробах питьевой и природных вод фотоколориметрическим методом на основе тест-комплекта «Железо».

МВИ-02-144-09 (ФР.1.31.2009.06500). Методика выполнения измерений массовой концентрации хлоридов в пробах питьевой и природных вод аргентометрическим методом на основе тест-комплекта «Хлориды».

МВИ-04-148-10 (ФР.1.31.2011.09964). Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе тест-комплекта «Аммоний».

МВИ-05-240-10 (ФР.1.31.2011.09965). Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфат-ионов в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе тест-комплекта «Фосфаты».

МВИ-06-151-12 (ФР.1.31.2013.15508). Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе тест-комплекта «Алюминий».

МВИ-07-149-14 (ФР.1.31.2015.20757). Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе тест-комплекта «Нитриты».

МВИ-10-157-13 (ФР.1.31.2013.16080). Методика выполнения измерений цветности в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе тест-комплекта «Цветность».

МВИ-15-142а-12 (ФР.1.31.2013.15509). Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфатов в пробах питьевой и природных вод титрованием солью бария с индикатором ортаниловым К на основе тест-комплекта «Сульфаты».

МИ-18-192-2020 (ФР.1.31.2021.39303). Методика измерений массовой концентрации ионов марганца в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе портативных лабораторий типа НКВ и тест-комплекта «Марганец».

МИ-19-191-20 (ФР.1.31.2021.39304). Методика измерений массовой концентрации ионов меди в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе портативных лабораторий типа НКВ и тест-комплекта «Медь».

МИ-20-193-2021 (ФР.1.31.2022.42316). Методика измерений массовой концентрации ионов цинка в пробах питьевой и природных вод фотометрическим методом на основе портативных лабораторий типа НКВ и тест-комплекта «Цинк».

## **Г. Методики количественного химического анализа (ПНД Ф, РД) и методические указания по анализу вод (МУ)**

ПНД Ф 12.16.1-10. Методические рекомендации. Определение температуры, запаха, окраски (цвета) и прозрачности в сточных водах, в том числе очищенных сточных, ливневых и талых.

ПНД Ф 14.1:2.103-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации марганца в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом с формальдоксимом.

ПНД Ф 14.1:2:3.96-97. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом.

ПНД Ф 14.1:2:4.207-04. Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом.

ПНД Ф 14.1:2.107-97. Методика измерений содержаний сульфатов в пробах природных и очищенных сточных вод титрованием солью бария в присутствии ортанилового К.

ПНД Ф 14.1:2.195-2003. Методика измерений массовой концентрации ионов цинка в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфарсазеном.

ПНД Ф 14.1:2.3-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса (изд. 2004 г.).

ПНД Ф 14.1:2:3.101-97. Методика выполнения измерений массовой концентрации растворенного кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод йодометрическим методом.

ПНД Ф 14.1:2:4.112-97. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония.

ПНД Ф 14.1:2:4.154-99. Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом.

ПНД Ф 14.1:2:4.163-2000. Методика выполнения измерений массовых концентраций сульфитов и тиосульфатов в питьевых природных и сточных водах титриметрическим методом.

ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, очищенных сточных и питьевых вод фотометрическим методом с алюминоном.

ПНД Ф 14.1:2:4.215-06. Методика измерений массовой концентрации кремнекислоты (в пересчете на кремний) в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом в виде желтой кремнемолибденовой гетерополикислоты.

ОСТ 34-70-953.1-88. Воды производственные тепловых электростанций. Метод отбора проб.

ОСТ 34-70-953.2-88. Воды производственные тепловых электростанций. Метод приготовления очищенной воды для химических анализов.

ОСТ 34-70-953.4-88. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения железа.

ОСТ 34-70-953.6-88. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения кремниевой кислоты.

ОСТ 34-70-953.17-90. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения нитритов.

ОСТ 34-70-953.21-91. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения свободной угольной кислоты.

ОСТ 34-70-953.23-92. Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения кислорода.

ОСТ 34-70-953.27-99. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения прозрачности.

ОСТ 108.030.04-80. Устройство для отбора проб пара и воды паровых стационарных котлов. Типы, конструкция, размеры и технические требования.

ОСТ 108.034.03-81. Котлы паровые утилизаторы и энерготехнологические. Организация водно-химического режима и методы его измерения и контроля.

ОСТ 5P.4049-82. Установки энергетические судовые. Водоподготовка. Термины и определения воды и показателей её качества.

МУ 08-47/180 (ФР.1.31.2019.32496). Методические указания 0100241-2013/31-290-2018) Методика измерений массовой концентрации железа в теплоэнергетических водах фотометрическим и электрохимическим методами.

МУ 08-47/223 (ФР.1.31.2009.06231). Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения массовой концентрации свободной угольной кислоты.

МУ 08-47/227 (ФР.1.31.2009.06230). Воды производственные тепловых электростанций. Фотометрический метод определения массовой концентрации кремниевой кислоты.

МУ 08-47/237. МВИ концентрации кислорода в теплоэнергетических, поверхностных, подземных водах и водах для заводнения нефтяных пластов йодометрическим, визуально-колориметрическим и электрохимическим методами.

МУ 08-47/238 (ФР.1.31.2010.07524). Воды теплоэнергетические. Методы определения массовой концентрации хлоридов.

РД 24.031.120-91. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля.

РД 24.031.121-2012. Методические указания. Оснащение паровых стационарных котлов устройствами для отбора проб пара и воды.

РД 24.032.01-91. Методические указания. Нормы качества питательной воды и пара, организация водно-химического режима и химического контроля паровых стационарных котлов-утилизаторов и энерготехнических котлов.

РД 34.37.523.7-88. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения щёлочности.

РД 34.37.523.8-88. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения жёсткости.

РД 34.37.523.12-90. Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения аммонийного азота.

РД 52.24.380-2017. Массовая концентрация нитратного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе.

РД 52.24.361-2008. Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика выполнения измерений потенциметрическим методом с ионселективным электродом.

РД 52.24.395-2017. Жёсткость воды. Методика измерений титриметрическим методом с трилоном Б.

РД 52.24.403-2018. Массовая концентрация ионов кальция в водах. Методика измерений титриметрическим методом с трилоном Б.

РД 52.24.432-2005. Массовая концентрация кремния в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде синей (восстановленной) формы молибдодокремниевой кислоты.

РД 52.24.433-2005. Массовая концентрация кремния в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде жёлтой формы молибдодокремниевой кислоты.

РД 52.24.493- 2020. Массовая концентрация гидрокарбонатов и щёлочность природных вод. Методика измерений титриметрическим методом.

РД 52.24.497-2005. Цветность поверхностных вод суши. Методика измерений фотометрическим и визуальными методами.

РД 52.24.515-2019. Массовая концентрация диоксида углерода в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений титриметрическим и расчетными методами.

РД 153-34.2-21.544-2002. Методические указания по химическому контролю коррозионных процессов при фильтрации воды через бетонные и железобетонные гидротехнические сооружения.

РТМ 24.030.24-72. Котлы паровые низкого и среднего давления. Организация и методы химического контроля за водно-химическим режимом.

## Алфавитный указатель

## А

- Активный хлор см. «Хлор активный»  
Алюминий 16, 42, 47, 52, **114–118**  
Аммиак 16, 33, 37, 52, 103–105, **119–127**  
Аммоний 16, 19, 22, 42, 43, 47, 52, 98, 104, 105, 114, **119–129**, 198, 200, 205, 285  
Аналитический химический контроль **11–14**, 29, 30, 34, 39, 40, 46, 49, 52, 53, 63, 70, 71, 95, 107–109, 334, 339  
Аргентометрическое титрование 292, 298

## Б

- Безопасная работа, правила см. «Правила безопасной работы»  
Бюретка 31, 32, 35, 90, 91, 148, 174, 182

## В

- Визуальное колориметрирование 14, 25, 27, 70, 80, 85, 86, 115, 185  
Визуально-колориметрический 16, 24, 32, 42, 65, 70, 71, 73, 84–87, 126, 131, 133, 136, 173, 231  
Внелaborаторный контроль 26  
Вода  
— безаммиачная 121  
— деионизированная 81  
— известкованная 314, 316  
— исходная 8, 11, 70, 82, 109, 314, 316, 334  
— катионированная 281, 315, 317  
— котловая 9, 15, 16, 19, 44, 52, 69, 70, 101, 109, 110, 119, 136, 147, 198, 265, 279, 298, 319

- очищенная 34, 41, 52, 68, **81–84**, 109, 139, 337  
— питательная 109, 111, 124, 315, 317  
— подпиточная 11–13, 109, 110, 124, 317  
— природная 15, 16, 39, 81, 107, 127, 142, 153, 165, 205, 285, 292, 303  
— сетевая 11–13, 109, 110, 334  
— тепловой сети 9, 11, 49, 107  
— теплофикационная 9, 109

- Вода, реагентная обработка 8, 136  
Вода природная и водоподготовка, настольная лаборатория см. НКВ-12.1  
Водно-химическая экспресс-лаборатория ВХЭЛ 10, **29–38**, 49, 91, 92, 95, 337  
Водно-химический контроль 25, 337  
Водно-химический режим 9, 11, 24, 25, 26, 29, 107  
Водоисточник 8, 39  
Водоподготовка 8, 10, 11, 15, 16, 24, 28, 29, 30, 34, 38, 39, 46, 49, 53, 70, 87, 99, 111, 337  
Водопотребление, промышленное **8–10**  
Водоснабжение  
— горячее 28, 39, 70  
— холодное 28, 70  
Водородный показатель (рН) 17, 52, 53, 61, **130–135**

## Г

- Гидразин 52, 172, 258  
Гидрокарбонаты 42, **165–171**

## Д

- Двуокись углерода  
— в котловой воде 265  
— свободная 21, 31, 33, 41, 43, 44, 52, **264–271**  
Диоксид углерода 166, 264, 265, 269

**Ж**

Железо общее 17, 32, 37, 42, 43, 47, 52,  
104, **136–145**

## Жёсткость

— кальциевая 18, 33, 37, 52, **157–159**

— карбонатная 12, 18, 26, 32, 42,  
**160–162**, 165, 166, 171, 321, 334

— общая 17, 26, 32, 37, 42, 47, 50–52,  
61, **146–156**, 171, 334

— условная сульфатно-кальциевая  
12, 18, 26, 33, **162–164**, 334

**И**

Имитационные растворы 22, 25, 65, 303,  
304, 305–308

Интенсивность окраски 73, 84, 85

Иономеры 22, 32, 33, 43, 54, **61–62**,  
302

Ионообменная колонка 31, 41, 256, 338

**К**

Кальций 18, 4, 43, 52, 61

Карбонатная жёсткость

см. «Жёсткость карбонатная»

Карбонаты 18, 42, 47, 52, **165–171**, 264

Катионирование **255–257**

Качество

— растворов 67, 68, 73

— результатов 73

Кислород 19, 32, 33, 37, 42, 43, 50, 51,  
52, 72, 104, 105, 111, **172–197**

Кислород растворённый 12, 13, 19, 47,  
52, 53, 59, 60, 69, 72, 101, 136, 172,  
188, 189, 192, 195, 196

Кислородные склянки 37, 186–189, 192,  
193

Кислородомеры 19, 27, 32, 33, 43, 54,  
**59–60**, 71, 196, 197

Кислотность 26, 33, 52, 106, 178, 250,  
251, 255, 256, 257

Колориметрические

— методы 14, 16, 32, 42, 46, 49, 73,  
80, 84

— пробирки 27, 85

— склянки 85

Колориметрическое определение 114,  
127, 142, 198, 205, 211, 216, 234, 285,  
303, 309

Колориметрирование 14, 69, 73, 80, 85,  
86

Конденсат 9, 13, 15, 19, 23, 68, 81, 82,  
109, 111, 123, 320

Кондуктометрическое определение 21,  
32, 42, 70, 273

Кондуктометры 21, 27, 32, 33, 43, 44, 54,  
**56–58**, 83, 273, 338

Консервация проб 72, 95, 99, 100, 107,  
111

Контроль точности 48, 70

Контрольные пробы 65, 66, 94, 108, 112

Контрольные шкалы для визуального  
колориметрирования 25, 27, 64, 73,  
84–86

Концентрация веществ в растворах 14,  
15, 24, 69, 74, 86, 90, 254

Кремниевая кислота 19, 33, 37, 42, 47,  
50–52, 81, 85, 105, **198–210**, 337

Кремний, определение в природной воде  
19, 47, 52, 108, **198–210**

**М**

Магний 18, 43, 61

Марганец 19, 42, 43, 47, 50–52, 76,  
102, 105, **211–215**

Медь 20, 41, 43, 44, 50–52, **216–221**

Метод

— аргентометрического титрования  
см. «Аргентометрическое титрова-  
ние»

— бумажно-хроматографический 20,  
32, 222, 223



- визуально-колориметрический 71, 85–86
- визуальный 71
- Винклера 19, 72, 172, 186, 187, 189
- йодометрический 186, 259
- колориметрический см. «Колориметрические методы»
- Кубеля 20, 238–245
- расчётный 26, 34, 42, 71, 254
- расчётно-графический 18, 21, 23, 25, 26, 29, 32, 42, 71, 160–164, 246, 254, 321
- с реактивом Несслера 16, 127–129
- титриметрический 14, 25, 66, 74, 85, 90–94
- турбидиметрический 66
- фотометрические 14, 80, 84, 87–89
- Молярная концентрация 15, 61, 170, 175, 267
- Мутность 20, 26, 32, 35, 42, 47, 50–52, 206, 246–250
- Н**
- Набор
  - для приготовления очищенной воды 34, 38, 41, 52, 82, 218, 337
  - отбора и переноски проб 31, 34, 41, 44, 52, 112
  - посуды многофункциональный 34, 44, 68, 336
  - для экстракции 223
- Настольная лаборатория контроля воды, см. НКВ-12.1
- Нефтепродукты 12, 20, 33, 100, **222–230**, 237, 334
- Нитраты 20, 32, 37, 42, 47, 52, 69, 85, 105, **231–233**
- Нитриты 20, 33, 37, 42, 43, 47, 52, 85, 105, 142, **234–237**
- НКВ-12.1, настольная лаборатория 16–23, **39–48**, 49, 91, 92
- Норматив контроля 8, 10, 14, 24, 29
- О**
- Оборудование
  - для отбора и подготовки проб 10, 64, 78, 82, 107, 108
  - котельное 8, 9, 49, 119, 146, 148, 172, 198, 217, 222, 251, 272
  - теплоэнергетическое 8, 9, 11, 13, 28, 29, 34, 53, 108
  - эксплуатация 9, 10, 49, 72
- Общая жёсткость см. «Жёсткость общая»
- Общая минерализация 57, 273, 276
- Общее солесодержание 56, 57
- Окисляемость перманганатная 26, 33, 37, 42, 47, **237–246**
- Оксиды, абразивно активные 114
- Определение
  - количественное 25, 68, 70, 90, 234
  - параллельное 166
  - полуколичественное 71, 234
- Оптическая плотность 83, 87, 89
- Органические загрязнения 82, 237, 238
- Органолептические методы 72, 153
- Отбор проб
  - вода 11, 24, 76, 78, 95, 107, 108, 109, 110, 334
  - воды из водопроводных сетей 39, 109, 334
  - консервация 95, 110
  - общие правила 10, 11, 63, 73, 98, 107, 110, 111
- Оценка соответствия 29
- Очистка воды 8–10, 24, 30, 39, 49, 82–84, 114, 119, 198, 309, 337, 338
- Ошибки грубые 65, 66, **73–75**
- П**
- Переноска проб 31, 34, 41, 44, 52, 111, 112

- Перманганатный индекс см.  
«Окисляемость перманганатная»
- План контроля 9, 11, 112, 216, 334
- Погрешность измерений (анализа)  
— систематическая 71  
— случайная 65, 71
- Показатели 8, 9, 11, 12–14, 16–28, 30, 32–34, 36, 39, 40, 42, 43, 46, 48–50, 53, 67, 68, 70, 76, 81–90, 98, 99, 104, 105, 107, 108, 111
- Портативные фотометры 87, 88
- Правила безопасной работы  
— с едкими веществами 98  
— с растворителями 100
- Приборы контроля 31, 34, 41, 44, 53–62, 67, 71
- Пробы, посуда для отбора 27, 64, 68, 73, 78, 107, 104, 116, 336, 338
- Прозрачность 12, 20, 26, 31, 32, 35, 36, 42, 45, 47, 50–52, **246–250**
- Р**
- Рабочие условия при анализе 68
- Растворённый кислород  
см. «Кислород растворённый»
- Расхождение результатов анализа 74, 75
- Реактив-стандарт 63, 85
- Реактив Грисса 20, 101, 102, 105, 231–236
- Реактив Несслера 16, 101, 104, 127–129
- Редуктор 31, 32, 35, 104, 173, 174, 176, 181–183, 185
- pH-метры 17, 27, 53, **54–55**, 130, 131, 135
- С**
- Солесодержание 15, 18, 26, 32, 33, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 162–164, 258, **272–277**, 281, 292, 334
- Солесодержание общее  
см. Общее солесодержание
- Спектрофотометры 87
- Стандартный образец 89
- Срок годности 24, 27, 30, 38, 40, 48, 53, 66–67, 83, 96, 97, 105, 106, 115
- Срок службы 30, 40, 53, 66–67, 338
- Сульфаты 18, 21, 26, 33, 37, 42, 47, 52, **250–255**, 334
- Сульфиты 21, 30, 31, 33, 52, **258–263**
- Сухой остаток 26, 33, 42
- Т**
- Теплоэнергетическое оборудование 13, 24, 29, 53, 108, 136, 172, 196, 302
- Тест-комплект 10, 16, 24, 26, 31, 34, 35, 41, 44, 49–53, 63, 66, 68–70, 85, 89–91, 95, 98
- Типовые операции 76
- Титрант 17, 74, 80, 81, 90
- Титрование 21, 25, 36, 45, 50, 52, 74, 80, 90–94, 119, 120, 121, 259, 265
- Точка эквивалентности 90, 94, 147, 166, 187, 251, 315
- Точность анализа 53, 70, 72, 73, 89
- У**
- Углекислота свободная 12, 21, 264, 265
- Удельная электрическая проводимость 21, 83, 84, 272, 273
- Установка  
— для титрования 27, 50, 80, 91–93  
— для фильтрации 77
- Ф**
- Факторы опасности при контроле 63, 96, 99, 104
- Фиксация, кислород 186, 192
- Фильтрация 76–78, 116
- Фосфаты  
— орто- 42, 43, 142, 212, 285, 290, 309  
— поли- 22, 42, 43, **285–291**
- Фотометрирование проб 25, 70, 73, 80, 89

Фотометры 16, 22, 25, 67, 84, 87–89  
Фотоколориметры 25, 73, 84, 89  
Фотометрирование 25, 70, 73, 80, 87, 89  
Фотоколориметрирование, набор-укладка 34, 41, 44, 87, 88

## Х

Химводоочистка 10, 30, 39, 49, 292  
Химический анализ 9, 24, 25, 26, 29, 34, 38, 44, 46, 49, 52, 63, 64, 66, 68, 70–72, 76, 81–83, 98, 336, 337  
Химическое потребление кислорода (ХПК) см. «Окисляемость перманганатная»  
Хлор активный 43, 44, 52, 115  
Хлорид бария 21, 102  
Хлориды 22, 26, 32, 37, 42, 43, 47, 52, 90, **292–302**, 334

## Ц

Цветность воды 22, 42, 43, 47, 217, **303–308**  
Цинк 23, 41, 43, 44, 52, **309–314**

**Примечание.** Жирным шрифтом выделены номера страниц, на которых находятся описания методик определения показателей.

## Ч

Чистота  
— воды, степени 82, 83  
— посуды 63, 64, 68, 73, 78

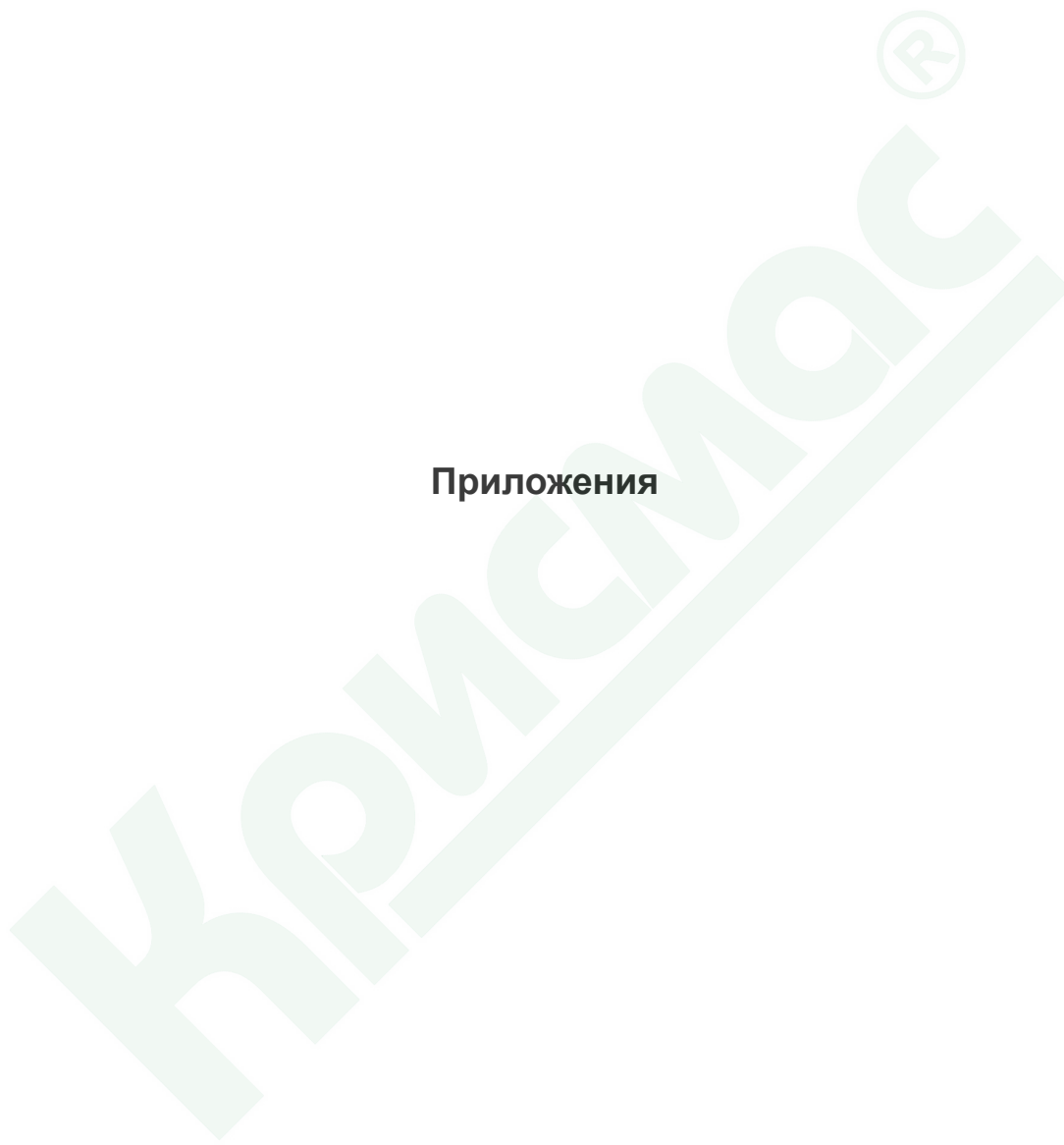
## Щ

Щёлочность 47, 52  
— карбонатная 23, 26, 32, **321**, 334  
— общая 18, 23, 26, 32, 37, 166 168, 169, **315–320**, 334  
— свободная 42

## Э

Эксплуатация котельного оборудования 49, 148, 172, 217, 272  
Экотест-2020 17, 25, 27, 34, 41, 44, 73, 87, 88, 89

Приложения



**Приложение 1**  
(справочное)

**Типовой объём (план) аналитического химического контроля**

Тепло-производительность котла, МВт (Гкал/ч)	Анализируемый поток воды или точка отбора пробы	Прозрачность	Щёлочность общая и по фенолфталеину	Жёсткость общая	Хлориды	Соединённые	Кислород	Железо	Значение pH	Окисляемость перманганатная	Сульфаты	Жёсткость карбонатная	Условная сульфатно-кальциевая жёсткость	Карбонатная щёлочность	Нефтепродукты
< 35 (30)	Исходная вода	М	М	М	М	—	—	М	М	М	М	М	М	М	Н
	Осветлённая вода	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Химически обработанная вода	1	1	1	М	—	—	М	М	—	М	М	М	М	
	Вода после деаэратора	—	—	—	—	—	Н	М	М	—	—	—	—	—	
	Вода после подпиточного насоса	—	1	1	—	—	1	М	М	—	М	М	М	М	Н
	Сетевая вода после сетевого насоса	1	1	1	—	—	М	М	М	—	М	М	М	М	Н
≥ 35 (30)	Исходная вода	М	М	М	М	М	—	М	М	М	М	М	М	М	Н
	Осветлённая вода	3	3	3	—	—	—	Н	—	—	—	—	—	—	
	Химически обработанная вода	3	3	3	Н	М	—	Н	Н	—	М	Н	М	Н	
	Вода после деаэратора	—	—	—	—	—	1	Н	И	—	—	—	—	—	
	Вода после подпиточного насоса	1	1	1	Н	—	3	Н	Н	—	М	Н	М	Н	
	Сетевая вода после сетевого насоса	1	1	1	Н	—	1	Н	Н	М	М	1	М	Н	Н
	Сетевая вода перед котлом	—	—	—	—	—	—	Н	—	—	—	—	—	—	

**Примечания.** 1. Данные приведены на основе РД 24.031.120.

2. Обозначения: 1 и 3 — соответственно один и три раза в сутки; Н — один раз в неделю; М — один раз в месяц.

3. В таблицу не включены дополнительные специальные анализы, требующиеся при проведении периодической реагентной обработки внутренних поверхностей нагрева.

**Состав информационных материалов  
для скачивания от производителя  
(на сайте ЗАО «Крисмас+»)**

**Прайс-листы:** <https://shop.christmas-plus.ru/price/>

**Прайс-лист № 1.** Индикаторные трубки (типов ТИ, С2, ГХ-Е) и принадлежности отечественного производства для химического экспресс-контроля воздуха и промышленных выбросов.

**Прайс-лист № 2.1.** Индикаторные трубки и принадлежности производства фирмы Draeger (Германия) для химического экспресс-контроля воздушной среды.

**Прайс-лист № 2.2.** Индикаторные трубки и принадлежности производства фирмы Kitagawa (Япония) для химического экспресс-контроля воздушной среды.

**Прайс-лист № 2.4.** Индикаторные трубки и принадлежности производства фирмы Gastec (Япония) для химического экспресс-контроля воздушной среды.

**Прайс-лист № 3.** Газоопределители химические многокомпонентные ГХК и мини-экспресс-лаборатории.

**Прайс-лист № 4.1. Комплектные изделия, расходные материалы и принадлежности для химического анализа производства ЗАО «Крисмас+».**

**Прайс-лист № 4.2.** Средства оснащения лабораторных работ и практикумов (комплектное учебное оборудование производства ЗАО «Крисмас+»).

**Прайс-лист № 5.** Измерительные комплекты производства ЗАО «Крисмас+».

**Прайс-лист № 6.** Металлокаркасная лабораторная и кабинетная мебель.

**Прайс-лист № 7.** Аналитические растворы и реагенты для изделий ЗАО «Крисмас+».

**Прайс-лист № 8.** Учебно-методическая литература издательства «Крисмас».

**Прайс-лист № 9.** Фотометры, флюориметры и спектрофотометры.

**Прайс-лист № 10.** Микроскопы «Микромед», «Levenhuk», «Биомед», прочее оптическое оборудование и принадлежности.

**Прайс-лист № 11.** Дозаторы Sartorius.

**Прайс-лист № 12.** Весы «САРТОГОСМ».

**Прайс-лист № 13.** Весы Vibra.

**Прайслист № 14.** Сети планктонные и зоопланктонные для пресной воды.

**Прайслист № 15.** Сети планктонные и зоопланктонные для морской воды.

**Прайслист № 16.** Методики измерений и другие нормативные документы.

**Прайслист № 17.** Научно-техническая и справочная литература.

**Печатные издания. Руководства по применению продукции от ЗАО «Крисмас+»:**  
<http://christmas-plus.ru/publications/rukovod>

**Информационные материалы с описаниями изделий:** [https://shop.christmas-plus.ru/about/promotional\\_materials/](https://shop.christmas-plus.ru/about/promotional_materials/)

*Система менеджмента качества предприятия сертифицирована  
на соответствие требованиям международного стандарта ИСО 9001.*

## Набор посуды многофункциональный



Набор посуды для химического анализа многофункциональный представляет собой подборку разнообразной стеклянной и пластмассовой посуды, наиболее распространённой и типовой для любой современной лаборатории, занимающейся химическим анализом или приготовлением химических растворов. Предметы посуды поставляются в картонных футлярах, плотно уложенных в транспортные коробки из гофрокартона с амортизационным заполнением, что позволяет доставить набор потребителю без повреждений.

Масса набора в упаковке — не более 10 кг.

Набор применяется в соответствии с методиками и прописями химико-аналитических и других лабораторных работ.

### Состав набора

**Оборудование:** штативы полимерные для пробирок, штатив для пипеток типа ПЭ 2910, штатив лабораторный комбинированный типа ШЛБ.

**Посуда мерная:** бюретки, колбы мерные, пипетки градуированные, цилиндры мерные.

**Посуда лабораторная:** воронки лабораторные, колбы конические, пробирки химические, стаканы стеклянные, стаканчики для взвешивания (бюксы), склянки мерные, пипетки полимерные Пастера.

**Принадлежности:** груша силиконовая, палочки стеклянные, трубка силиконовая соединительная, шприцы-дозаторы, этикетки самоклеящиеся.

**Документация:** паспорта на посуду лабораторную, свидетельства об утверждении типа средств измерений на посуду мерную.

Подробнее состав набора см.

[https://shop.christmas-plus.ru/catalog/vspomogatelnoe\\_oborudovanie\\_\\_\\_/nabor\\_posudy/](https://shop.christmas-plus.ru/catalog/vspomogatelnoe_oborudovanie___/nabor_posudy/)

Информация для заказа: № заказа 6.211.



## Набор для приготовления очищенной воды для химического анализа (набор ВХА)



**Назначение.** Набор для приготовления очищенной воды для химического анализа «Набор ВХА» (далее — набор, изделие) предназначен для получения химически очищенной воды, используемой при аналитическом химическом контроле вместо воды дистиллированной или заменяющего её конденсата.

Набор применяется при работах по аналитическому химическому контролю при обеспечении технологий водоподготовки, при водно-химическом контроле на теплоэнергетических предприятиях (котельных, паросиловых хозяйствах, жилищно-коммун. предприятиях и т. п.), на промышленных водопотребляющих предприятиях и др.

Использование очищенной воды предусмотрено в процессе водно-химического контроля оборудования при анализе аммиака, железа, кремниевой кислоты и др., выполняемом с применением портативных изделий ЗАО «Крисмас+» (лаборатория ВХЭЛ, тест-комплекты «Кремниевая кислота КВ», «Железо КВ» и др.).



**Метод очистки и применение.** Сущность метода химической очистки воды для анализа состоит в применении различных технологий фильтрации дистиллированной воды или конденсата через ионообменные смолы и сорбенты, в результате чего поглощаются катионы, анионы, органические примеси, а также задерживаются взвешенные нерастворимые частицы.

Метод приготовления воды, очищенной для химического анализа, соответствует ОСТ 34-70-953.2-88.

Набор применяется в лабораторных и производственных условиях, а также в судовых условиях при температуре окружающего воздуха от 5 °С до 50 °С (температура питательной воды — от 10 °С до 40 °С) в соответствии с прилагаемой инструкцией.

Набор монтируется потребителем с применением комплекта крепежа к имеющейся неподвижной поверхности.

**Технические данные и состав.** Приготавливаемая с применением набора ВХА вода в зависимости от выбранной схемы очистки соответствует ГОСТ Р 52501-2005.

Срок службы набора составляет 3 года (предусмотрено использование комплекта пополнения).

Состав поставляемых модификаций изделия «Набор ВХА» приведён в таблице.

Модификация изделия (№ заказа/артикул)	Состав изделия
Набор ВХА (6.173)	1 Набор для приготовления очищенной воды в контейнере-укладке (набор ВХА), в том числе реагенты и растворы, ионообменные смолы и другие материалы, посуда, принадлежности, документация. 2 Колонка ионообменная (3 шт.). 3 Комплект крепежа
Набор ВХА с прибором (набор ВХА-П) (6.173.1)	1 Набор ВХА (6.173). 2 Кондуктометр типа МАРК-603 с датчиком ДП-015.
Набор ВХА с прибором и дополнительными модулями (набор ВХА-ПМ) (6.173.2)	1 Набор ВХА-П (6.173.1). 2 Посуда и принадлежности для подготовки сорбентов. 3 Комплект пополнения Набору ВХА (6.173)

Комплектность изделия может быть изменена по условиям поставки.

## Информационный материал. Оснащение аналитического химического контроля на промышленных предприятиях

ЛАБОРАТОРНОЕ И УЧЕБНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКИ

30-летний опыт  
проектирования и оснащения лабораторий

**Крисмас**<sup>®</sup>

shop.christmas-plus.ru  
christmas-plus.ru  
крисмас.рф







Система менеджмента качества предприятия  
сертифицирована на соответствие требованиям  
международного стандарта ISO 9001

**Оборудование для газового анализа, анализа воды (в том числе котловой), почвы, нефти и нефтепродуктов, санитарно-пищевого контроля**

**Лаборатории химического контроля и разведки**

**Судовые лаборатории**

**Лабораторное оборудование и приборы**

**Передвижные (мобильные) лаборатории**

**Лабораторная, офисная мебель**

**Нормативно-методические и справочные документы**

ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСТГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.  
РАССРОЧКА ОПЛАТЫ.  
МИНИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

**ПРЕИМУЩЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ  
ГК «КРИСМАС»:**

- простое в использовании;
- портативное и удобное для переноски;
- не потребляет электроэнергию.

Имеет сертификаты соответствия. Полностью соответствует требованиям нормативных документов.




# Оснащение аналитического химического контроля на промышленных предприятиях

Портативное оборудование для контроля параметров воды используется:

в технологиях водоподготовки (химводоочистки, кондиционирования, химобработки);

на предприятиях различного профиля, для которых характерно промышленное водопотребление в соответствии с технологией производства различных отраслей;

при эксплуатации котлового и теплофикационного оборудования, паросиловых хозяйств промышленных и энергетических предприятий, жилищно-коммунальных хозяйств, на объектах транспорта (суда, береговые объекты) и др.

Контролируемые воды: воды природные, воды в технологиях водоподготовки, холодного и горячего водоснабжения, подземные, артезианские; технологические (исходные, подпиточные, природные, после деаэратора, конденсаты, котловые, осветлённые, очищенные, сетевые, умягчённые, химически обработанные и др.).

## Применяется:

- в цехах (участках) водоподготовки, предприятиях топливно-энергетического комплекса и ЖКХ, при эксплуатации судового оборудования и т.п.;
- для проведения операционного аналитического химического контроля, предусмотренного в процессах водоподготовки и при водно-химическом контроле котлового оборудования;
- сотрудниками служб лабораторного контроля, выполняющими работы по обеспечению операционного аналитического химического контроля;
  - в профессиональном образовании по специальностям, связанным с химическим контролем воды, водных вытяжек и др.

Предусмотрены поставки с комплектами пополнения.

Обучение персонала:  
<https://u-center.info/obuchenie/>



Оснащение аналитического химического контроля промышленных водопотребляющих предприятий

Портативные лаборатории контроля воды  
контейнерного типа серии НКВ – НКВ-1, НКВ-2  
(6 модификаций, до 19 показателей).



Анализ питьевой, природной  
воды, почвенных вытяжек,  
воды в технологиях  
водоподготовки.



Судовые лаборатории контроля воды серии СЛКВ  
(5 модификаций, до 15 показателей).



Специальные лаборатории  
для задач контроля воды  
на судах, береговых  
и тому подобных объектах.  
Применимы для анализа  
воды хозяйственно-питьевого  
водоснабжения. Обновляемое одобрение  
морского регистра.





Оснащение аналитического химического контроля промышленных водопотребляющих предприятий

Тест-комплекты химического контроля воды  
(более 40 наименований).



Наиболее точное  
аналитическое назначение,  
минимальная стоимость  
анализа.



Портативные переносные приборы контроля  
важнейших параметров воды.



Дополнение  
химического контроля  
приборными измерениями.  
(рН-метры, кондуктометры,  
оксиметры, ионометры,  
фотометры и др.).

Профессиональные мануальные (эксплуатационные, пооперационные)  
и справочно-информационные руководства оператора по химическому анализу  
с применением портативного оборудования производства ЗАО «Крисмас+».



**Крисмас**<sup>®</sup>  
shop.christmas-plus.ru  
christmas-plus.ru  
крисмас.рф



*Производственно-практическое издание*

**Муравьёв** Александр Григорьевич, **Субботина** Ирина Васильевна,  
**Кравцова** Елена Борисовна и др.

РУКОВОДСТВО  
ПО АНАЛИТИЧЕСКОМУ ХИМИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ  
ПРИ ВОДОПОДГОТОВКЕ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

2-е издание

Редактор, корректор *Я. А. Шаповалова*  
Оформление и компьютерная вёрстка *Ю. Н. Дрюков*  
Обложка *А. Ю. Крюков, Ю. Н. Дрюков*  
Техническое обеспечение *А. К. Корнеев*

Подписано в печать 10.10.2023. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 27,95. Тираж 500 экз.

ЗАО «Крисмас+». 191180, Санкт-Петербург, набережная реки Фонтанки, д. 102.

**В полном (не сокращённом) варианте данное издание руководства доступно:**

- 1) в составе сопроводительной документации к поставляемой продукции для водного аналитического химического контроля (портативные лаборатории ВХЭЛ, НКВ-12.1 и др.);
- 2) при заказе документации через интернет-магазин на сайте:  
<https://shop.christmas-plus.ru/>
- 3) в размещённой библиотеке изданий ЗАО "Крисмас+" на сайте  
<https://elibrary.ru/>.

