

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

НОРМЫ КАЧЕСТВА  
СЕТЕВОЙ И ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ,  
ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ХИМИЧЕСКОГО  
КОНТРОЛЯ

РД 24.031.120-91

УДК 697.432.6  
Группа 21

Дата введения 01.07.91

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН Министерством тяжелого машиностроения СССР
2. РАЗРАБОТАН Научно-производственным объединением по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова (НПО ЦКТИ)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

И.А. Кокошкин, канд. техн. наук (руководитель темы); В.Ю. Петров, канд. техн. наук;  
А.В.Цветков; Д.А. Тихомирова; Г.П. Сутоцкии, канд. техн. наук (консультант)

3. ВЗАМЕН ОСТ 108.030.47-81, РТМ 108.131.101-76 и РТМ 108.030.111-76

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 2761—84	2.3.3; 2.3.6
ГОСТ 2874—82	1.5; 2.3.6; 2.3.9; 2.4.3; 3.4.7
ГОСТ 9941—81	3.2.7; 3.3.4
ГОСТ 16860—88	1.8; 2.3.8
ОСТ 108.030.04—80	2.1.3; 2.2.4; 3.2.3; 3.2.4
ОСТ 34—70—953.16—90	3.5.6.5
ОСТ 34—70—953.4—88Р.4	3.5.7.6
РТМ 24.030.24—72	3.3.7; 3.5.11.3; 3.5.12.2
РТМ 108.030.21—78	2.3.8

Настоящие методические указания (МУ) распространяются на стационарные прямоточные водогрейные котлы 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, изготавливаемые предприятиями Минэнергомашины СССР по ГОСТ 21563—82.

МУ могут быть распространены на водогрейные котлы такого же типа, изготовленные ранее предприятиями отрасли и предприятиями других ведомств, а также на импортные котлы при условии получения соответствующего подтверждения от специализированной (головной) научно-исследовательской организации\*.

\* Перечень организаций см. в справочном приложении 2 «Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» Госгортехнадзора СССР.

Методические указания являются рекомендуемыми для предприятий — изготовителей водогрейных котлов, организаций, проектирующих котельные с этими котлами, и организаций, осуществляющих эксплуатацию этих котлов.

МУ устанавливают предельные значения показателей качества сетевой и подпиточной воды котлов, а также требования, предъявляемые к предприятиям — изготовителям котлов, организациям, проектирующим котельные, и предприятиям, эксплуатирующим котлы, по организации надежного, экономичного и экологически совершенного водно-химического режима (ВХР) и его химического контроля (ХК).

МУ не распространяются на пароводогрейные и чугунные водогрейные котлы.

На электростанциях Минэнерго СССР, где водогрейные котлы работают в качестве пиковых агрегатов вместе с бойлерными установками, при установлении норм качества воды, организации водно-химического режима и химического контроля должны учитываться «Правила технической эксплуатации» и «Нормы технологического проектирования» Минэнерго СССР.

Термины, используемые в МУ, и пояснения к ним приведены в приложении.

## 1. НОРМЫ КАЧЕСТВА СЕТЕВОЙ И ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ

1.1. Значения нормируемых показателей сетевой и подпиточной воды должны устанавливаться в зависимости от расчетной температуры воды на выходе из котла и типа систем теплоснабжения и не должны превышать или выходить за пределы значений, указанных в табл. 1 и в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» Госгортехнадзора СССР.

1.2. Нормы, приведенные в табл. 1, относятся к котлам, в которых отсутствует эффект пристенного кипения воды и, как следствие, местное существенное повышение температуры стенки трубы. Возможность появления этого эффекта в конкретных условиях эксплуатации устанавливается в процессе пуска и наладки котла. В этих случаях принимаются меры для предотвращения указанного эффекта.

1.3. Качество подпиточной воды из напорной линии подпиточного насоса должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к соответствующим показателям сетевой воды (см. табл. 1). Должна быть исключена возможность загрязнения обратной сетевой воды растворенным кислородом и солями жесткости.

1.4. Предельная карбонатная жесткость сетевой и подпиточной воды с окисляемостью менее 6 мг/кг должна уточняться в первый период эксплуатации при наладке водогрейного котла.

1.5. Качество сетевой и подпиточной воды для открытых систем теплоснабжения должно дополнительно удовлетворять требованиям ГОСТ 2874-82.

1.6. Использование воды от непрерывной продувки паровых котлов, а также отмывочной воды от ионитных фильтров в обоснованных случаях допускается только для закрытых систем теплоснабжения.

1.7. Применение химических методов обескислороживания воды (например, сульфитирования) допускается только для закрытых систем теплоснабжения без непосредственного водоразбора.

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 жесткость, мкг-экв/кг: при рН не более 8,5	<u>800</u>	<u>750</u>	<u>375</u>	<u>800</u>	<u>750</u>	<u>375</u>
	700	600	300	700	600	300
при рН более 8,5	Не допускается			См. черт. 1		
Условная сульфатно-кальциевая жесткость, мкг-экв/кг	См. черт. 2					
Содержание растворенного кислорода, мкг/кг	50	30	20	50	30	20
Содержание соединений железа (в пересчете на Fe), мкг/кг	300	<u>300</u>	<u>250</u>	<u>600</u>	<u>500</u>	<u>375</u>
		250	200	500	400	300
Значение рН 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 рН не менее 7,0
Содержание нефтепродуктов, мг/кг	

Примечания:

1. В числителе указаны значения для котлов на твердом топливе, в знаменателе — на жидком и газообразном.

2. Нормы жесткости (см черт. 1 и 2) для котлов пылеугольных и со слоевым сжиганием топлива могут быть увеличены на 25%.

3. Для тепловых сетей, в которых водогрейные котлы работают параллельно с бойлерами, имеющими латунные трубки, верхний предел рН сетевой воды не должен превышать 9,5.

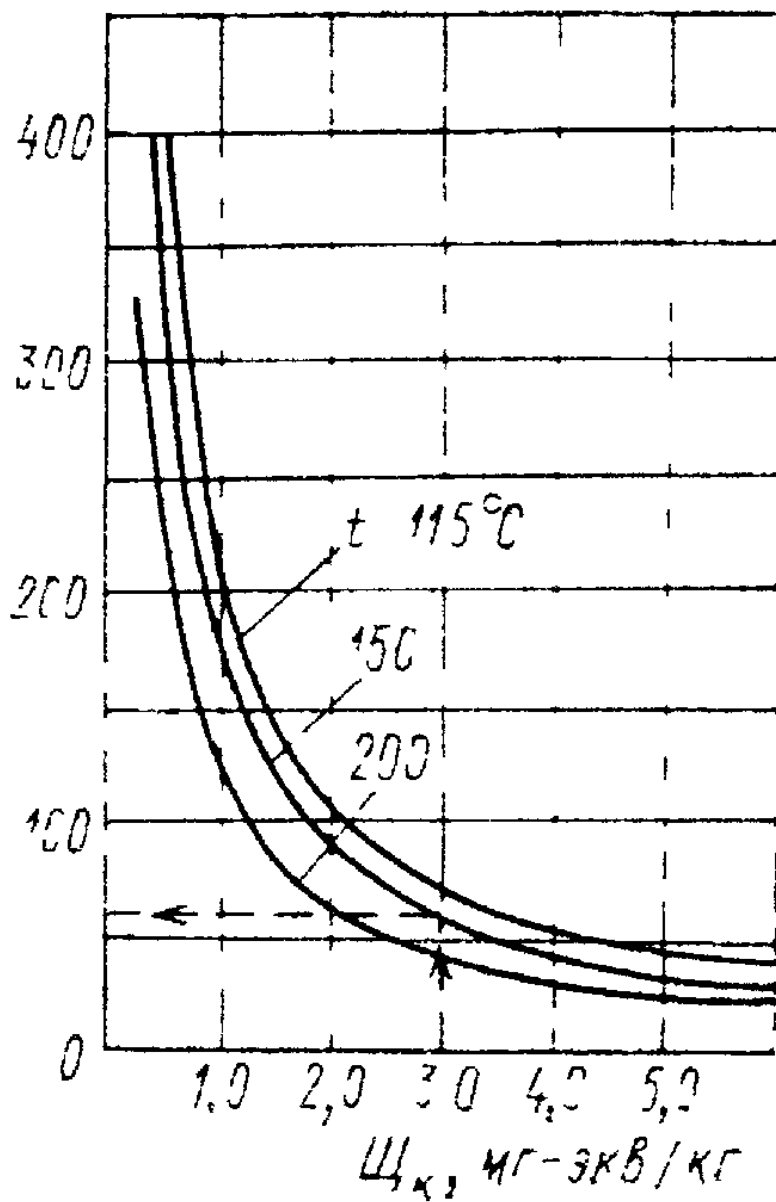
4. Содержание растворенного кислорода указано для сетевой воды; для подпиточной воды оно не должно превышать 50 мкг/кг.

1.8. Непосредственная обработка подпиточной и сетевой воды гидразином и токсичными аминами для открытых и закрытых систем теплоснабжения недопустима.

Допускается использование в термических деаэраторах по ГОСТ 16860—88 пара от котлов высокого давления, питательная вода которых обрабатывается гидразином. При этом концентрация гидразина в паре, используемом для открытых систем теплоснабжения, не должна быть более 0,01 мг/кг.

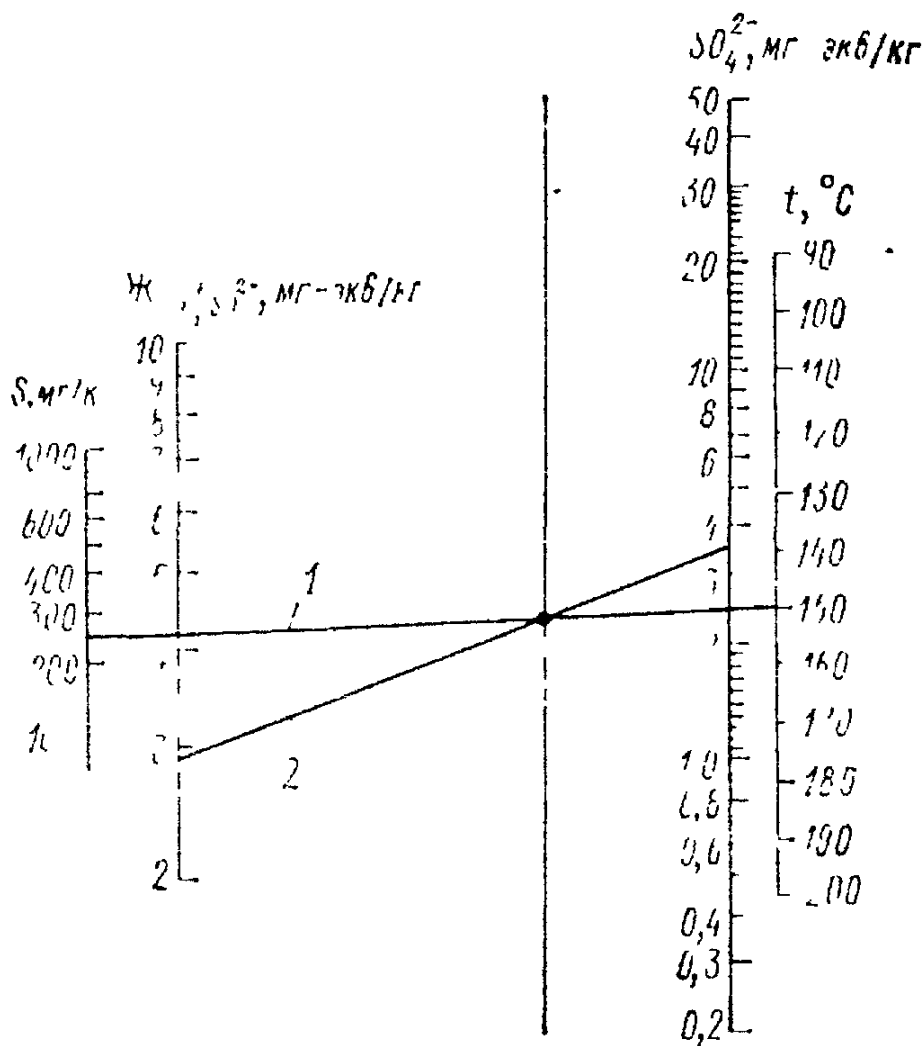
1.9. При осуществлении силикатной обработки подпиточной или сетевой воды содержание  $\text{SiO}_2$  в них не должно превышать 30 мг/кг.

$J_k, \text{мкг-экв/кг}$



Черт 1

$t$  — температура воды на выходе из котла;  $J_k$  — жесткость карбонатная,  $\text{Щ}_k$  — щелочность карбонатная



Черт 2

$J_{Ca^{2+}, SO_4^{2-}}$  — уловная сульфатно-кальциевая жесткость;  $SO_4^{2-}$  — концентрация сульфатов;  
 $t$  — температура воды на выходе из котла,  $S$  — сухой остаток

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА

### 2.1. Задачи водно-химического режима

2.1.1. Правильно и рационально организованный водно-химический режим должен обеспечивать надежную и экономичную эксплуатацию всех аппаратов и элементов водотеплоснабжающей установки, и в первую очередь самого водогрейного котла.

2.1.2. Установленный водно-химический режим должен обеспечивать максимально возможное предупреждение образования всех типов отложений на внутренних поверхностях котлов и на всех элементах тракта сетевой воды, включая отопительные приборы и радиаторы, предотвращение всех типов коррозионных повреждений внутренних поверхностей и соблюдение установленных показателей качества сетевой и подпиточной воды при минимальном удельном объеме сточных вод водотеплоснабжающей установки.

2.1.3. Неотъемлемой частью правильно организованного воднохимического режима является система постоянного и представительного химического контроля, который должен быть организован в соответствии с требованиями настоящих МУ и ОСТ 108.030.04—80.

### 2.2. Рекомендации заводам — изготовителям котлов

2.2.1. Все циркуляционные контуры котла должны быть полностью дренируемыми; кроме того, в период остановов они должны допускать защиту от «стояночной» коррозии:

путем заполнения котла сетевой или другой обескислороженной водой;  
за счет отключения котла и последующего дренирования и высушивания внутренних поверхностей;

за счет отключения контура и реагентной обработки с образованием защитной пленки (силикат натрия).

2.2.2. Циркуляционная схема котла должна обеспечивать возможность проведения удобной водной или реагентной промывки с использованием резервных сетевых насосов при скоростях воды, на 30% превышающих номинальную.

2.2.3. Для возможности заполнения котла консервирующим раствором реагента (например, силиката натрия) и контроля за процессом консервации котел должен иметь:

штуцер для подвода раствора реагента; расположение штуцера должно обеспечивать полное вытеснение воздуха из котла; диаметр штуцера должен обеспечить возможность выполнения этой операции в течение 30 мин;

штуцер (штуцера, воздушники), обеспечивающий полное удаление воздуха из циркуляционного контура котла; штуцер должен располагаться в верхней точке циркуляционного контура;

штуцера с условным проходом 13 мм для отбора проб консервирующего или промывочного раствора (или сетевой воды) непосредственно за задвижкой на входе воды в котел и выходе ее из котла.

2.2.4. Каждый котел должен быть оборудован устройством для отбора проб воды на входе в котел в соответствии с требованиями настоящих МУ и ОСТ 108.030.04—80.

2.2.5. Перед отправкой котла заказчику элементы котла должны быть законсервированы в соответствии с требованиями технических условий или стандартов.

### **2.3. Рекомендации организациям, проектирующим котельные**

2.3.1. В проекте энергетической установки с использованием водогрейных котлов следует предусмотреть комплекс технических решений, обеспечивающих достижение норм качества подпиточной и сетевой воды, установленных Правилами ГГТН и настоящими МУ.

2.3.2. Заказчику проектируемого энергообъекта с водогрейными котлами рекомендуется составлять для представления исполнителю проекта развернутое техническое задание на разработку необходимого водно-химического режима с учетом специфических особенностей источника водоснабжения, тепловой схемы и состава оборудования объекта.

К составлению задания кроме предприятия-заказчика целесообразно привлекать головной проектный институт данной отрасли, а также головную ведомственную энергетическую организацию (в отраслях, где таковая имеется).

2.3.3. В разделе проекта «Водно-химическая часть котельной установки» или в других разделах общего проекта энергетической установки должны быть принципиально и конструктивно решены, а в пояснительной записке отражены следующие вопросы:

увязка схемы теплоснабжения предприятия в целом со схемой подключения вновь устанавливаемых котлов;

дебиты и качество воды указанных заказчиком возможных источников водоснабжения для водоподготовки с учетом требований ГОСТ 2761—84;

выбор схемы и оборудования для приготовления добавочной воды с учетом требований соответствующих глав СНиП по водоснабжению, тепловым сетям и котельным установкам, настоящих МУ и ведомственных отраслевых документов (в отраслях, где таковые имеются). При выборе возможных вариантов схемы водоподготовки необходимо учитывать требования к качеству сточных вод от аппаратов системы водоподготовки;

удаление из подпиточной воды агрессивных газов и предупреждение вторичной аэрации воды в баках-аккумуляторах системы теплоснабжения и в местных системах использования горячей воды;

комплекс мероприятий по противокоррозионной защите внутренних поверхностей оборудования водоподготовки и баков—аккумуляторов горячей воды;

возможность консервации котлов в периоды их остановов, водных и реагентных промывок внутренних поверхностей нагрева в периоды ремонтов, а также после монтажа перед пуском их в эксплуатацию;

организация реагентного хозяйства для системы подготовки подпиточной воды, а также для реагентных промывок котлов и их консервации;

автоматизация и механизация процессов водоподготовки и деаэрации подпиточной воды;

организация ремонта оборудования водоподготовки, в том числе гидроперегрузка

фильтрующих материалов и их промывка-сортировка;

повторное использование (по возможности), обработка и канализация сточных вод от системы водоподготовки подпиточной воды, а также от установок для промывки и консервации котлов;

организация химического контроля за водно-химическим режимом энергоустановки в объеме требований настоящих МУ.

2.3.4. При решении перечисленных в пп. 2.3.1—2.3.3 вопросов следует учитывать рекомендации настоящих МУ, требования главы СНиП по наружным сетям и сооружениям водоснабжения, а также рекомендации ведомственных указаний по проектированию (в тех отраслях, где они имеются).

Схема обработки подпиточной воды тепловых сетей с водогрейными котлами выбирается согласно рекомендациям главы СНиП по котельным установкам, а также ведомственных нормативных указаний (в тех отраслях, где они имеются). Выбранная схема должна обеспечивать достижение показателей качества подпиточной и сетевой воды согласно Правилам ГТН и настоящих МУ.

2.3.5. Обработку подпиточной воды водогрейных котлов в тепловых сетях без водоразбора целесообразно осуществлять совместно с подготовкой питательной воды для паровых котлов на одной общей водоподготовительной установке. Для тепловой сети без водоразбора с водогрейными котлами допускается подпитка продувочной водой паровых котлов, испарителей, паропреобразователей или отмывочной водой анионитных фильтров (после усреднителей). При одновременном использовании различных видов подпиточной воды должны быть соблюдены требования Правил ГТН и настоящих МУ по величине рН, карбонатной и сульфатнокальциевой жесткости.

2.3.6. Обработку подпиточной воды водогрейных котлов в тепловых сетях с открытым водоразбором следует производить в отдельном блоке водоподготовительной установки, использующем воду из источника, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 2761—84. Если приготовление подпиточной воды производится на общей водоподготовительной установке для паровых и водогрейных котлов и при этом используется вода, не удовлетворяющая требованиям ГОСТ 2761—84, то качество подпиточной воды после обработки должно удовлетворять требованиям ГОСТ 2874—82.

2.3.7. При выборе способа снижения карбонатной жесткости подпиточной воды до пределов, регламентированных Правилами ГТН и настоящими МУ, рекомендуется руководствоваться данными табл. 2.

Таблица 2

### Способы снижения карбонатной жесткости

Вид водоподготовки	Жесткость исходной воды, мг-экв/кг		Производительность, т/ч	Область преимущественного применения способа
	общая	карбонатная		
Натрий-катионирование	≤ 5,0	≤ 3,0	≤ 200	Исходная вода с невысокой степенью минерализации, с любым соотношением ионных примесей
Частичное водород-катионирование	-	> 3,0	> 200	Исходная вода, удовлетворяющая одновременно двум соотношениям: $\frac{HCO_3}{SO_4^{2-} + Cl^-} > 1,0;$ $\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} < 0,2$
Подкисление, пропуск воды через нерегенерируемый катионитовый фильтр	≤ 7,0	≤ 3,0	≤ 200	Исходная вода, обеспечивающая остаточную условную сульфатно-кальциевую жесткость в пределах норм по настоящим МУ
Известкование	> 7,0	> 3,0	> 500	Исходная вода с высокой

подкислением				степенью минерализации при любом соотношении ионных примесей
--------------	--	--	--	--

Примечания:

1. В случаях, не указанных в таблице, для принятия правильного технического решения необходимо привлекать головную ведомственную энергетическую организацию.

2. Безреагентные методы подготовки подпиточной воды (магнитный и др.) могут применяться с целью предупреждения выпадения карбонатных отложений только для вод с карбонатной жесткостью до 2 мг-экв/кг при окисляемости не менее 6 мг/кг O<sub>2</sub>. Данные методы, внедряемые только по согласованию с головной наладочной организацией применяются преимущественно для агрегатов теплопроизводительностью не более 4,65 МВт (4,0 Гкал/ч) при температуре воды до 100°C. При использовании магнитного метода напряженность магнитного поля в рабочем зазоре аппарата для обработки воды не должна превышать 2000 эрстед.

3. Частичное водород-катионирование рекомендуется применять также в некоторых случаях, когда карбонатная жесткость исходной воды меньше 3,0 мг-экв/кг (например, для вариантов расчета, когда остаточная условная сульфатно-кальциевая жесткость будет превышать пределы норм настоящих МУ).

4. При применении рекомендаций таблицы следует учитывать дополнительные условия по ограничению количества сточных вод. По этим соображениям, в частности, натрий-катионирование в ряде случаев может быть заменено другими способами (например, подкислением в комбинации с нерегенерируемым фильтром).

2.3.8. Проектирование деаэрации подпиточной воды следует осуществлять в соответствии с главой СНиП по котельным установкам, ГОСТ 16860—88, РТМ 108.030.21—78, а также с учетом рекомендаций настоящих МУ.

2.3.9. В зависимости от местных условий рекомендуется применение следующих вариантов организации термической деаэрации с подачей деаэрированной воды непосредственно в теплотель или через буферные баки горячей воды:

деаэрация в аппарате вакуумного типа ДВ (ДСВ) при температуре 60—70°C применяется для энергоустановок, использующих воду питьевого качества по ГОСТ 2874—82; рекомендуется ее использование преимущественно в котельных без паровых котлов, а также в тепловодоснабжающих установках с разбором горячей воды при концентрации бикарбонатов в исходной воде больше 2 мг-экв/кг (по условиям получения воды с рН, соответствующим требованиям ГОСТ 2874—82);

деаэрация воды в аппарате атмосферного типа ДА (ДСА), расположенном непосредственно в котельной; в случае необходимости с применением теплообменников для охлаждения деаэрированной воды до 70—85°C;

непосредственная подача в тепловодоснабжающую систему водогрейных котлов деаэрированной воды от центральной деаэрационно-питательной установки, расположенной вне помещения водогрейных котлов.

2.3.10. В проекте тепловодоснабжающей установки с использованием водогрейных котлов должны быть приняты технические решения по снижению до минимума вторичной аэрации подпиточной воды в открытых баках-аккумуляторах для горячей воды. В частности, необходимо:

предусмотреть установку баков горячей воды и деаэраторов для подпиточной воды в непосредственной близости от пункта управления гидравлической нагрузкой водоподготовки для возможности дистанционного или ручного управления режимом работы этих трех объектов одним оператором;

организовать ввод и отвод воды из баков горячей воды через нижний специальный распределительный дренаж типа подобного устройства осветительных фильтров;

предусмотреть наличие в баках горячей воды «паровой подушки» за счет поддержания температуры воды, не менее чем на 50°C превышающей температуру окружающего воздуха;

предусмотреть возможность поддержания во всех баках горячей воды минимального уровня 1,5 м, ниже которого не следует производить откачку воды (по условиям повышения концентрации растворенного кислорода); в технически обоснованных случаях допускается поддержание уровня в баках горячей воды 1,5 м (например, в транспортабельных установках). При этом следует применять технические решения, обеспечивающие отсутствие заражения воды кислородом воздуха;

предусмотреть (по заключению головной специализированной ведомственной организации) применение герметика.



2.3.11. В проекте должны быть предусмотрены технические решения, обеспечивающие возможность предотвращения коррозии внутренних поверхностей нагрева в период останова котла. При этом должны быть учтены следующие режимы:

консервация при останове без дренирования агрегата — за счет поддержания его под давлением сетевой или другой обескислороженной воды;

консервация при останове с дренированием воды из котла путем обработки поверхностей нагрева консервирующими реагентами (например, силикатом натрия), создающими защитную пленку, с многократным использованием раствора из специального бака (один бак и один насос для всех котлов).

2.3.12. В котельных с водогрейными котлами общей теплопроизводительностью более 11,63 МВт (10 Гкал/ч) или с числом котлов более двух необходимо предусматривать стационарную установку для производства предпусковой и периодической эксплуатационной реагентных промывок внутренних поверхностей нагрева по замкнутой схеме.

Установка должна включать в себя промывочный бак емкостью, равной водяному объему наибольшего водогрейного котла, циркуляционные трубопроводы и промывочный насос в кислотоупорном исполнении необходимой производительности.

Необходимо предусмотреть возможность водяной промывки котла технической или сетевой водой в течение двух часов. Расход воды должен на 30% превышать номинальный расход сетевой воды, сброс ее в систему канализации может осуществляться непосредственно или через промежуточный бак-накопитель.

2.3.13. По заключению головной ведомственной специализированной организации для снижения содержания соединений железа в сетевой воде могут быть применены скоростные механические фильтры, устанавливаемые на линии обратной сетевой воды.

#### **2.4. Рекомендации предприятиям, эксплуатирующим котлы**

2.4.1. До ввода котла в эксплуатацию необходимо осуществить комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающих питание котла водой, по своим показателям соответствующей требованиям Правил ГГТН и настоящих МУ.

2.4.2. Не менее чем за месяц до ввода котла в эксплуатацию следует наладить работу водоподготовки и системы деаэрации с привлечением специализированной организации или своими силами, произвести гидравлическое испытание деаэратора и аппаратов водоподготовки подпиточной воды. При отсутствии в котельной пара для работы деаэратора до пуска котла необходимо выполнить только гидравлическое испытание деаэратора и осуществить наладку гидравлической части аппарата. Включать деаэратор в работу следует после получения первого пара из котла.

2.4.3. До ввода котла в эксплуатацию с привлечением специализированной организации необходимо подвергнуть его реагентной или водной промывке (способ промывки котла в зависимости от местных условий определяет головная ведомственная организация). В случае необходимости до подключения котла должны быть подвергнуты промывке аппараты и трассы системы тепловодоснабжения, к которой подключается водогрейный котел.

Котел может быть подключен к системе тепловодоснабжения только после завершения его промывки, когда жесткость и содержание растворенного кислорода в сетевой воде перед котлом будут соответствовать требованиям Правил ГГТН и настоящих МУ; концентрация соединений железа при этом не должна превышать предельные показатели более чем на 50%.

При подключении котла к теплосети с открытым водоразбором качество сетевой воды должно соответствовать также требованиям ГОСТ 2874—82.

2.4.4. Необходимо организовать и осуществлять постоянный аналитический контроль за водно-химическим режимом котла и тепловодоснабжающей установки, по своему объему и методам соответствующий требованиям настоящих МУ.

2.4.5. В соответствии с требованиями Правил ГГТН и настоящих МУ на основании результатов наладочных работ с привлечением при необходимости специализированной организации (или своими силами) следует разработать инструкцию по ведению водно-химического режима и инструкцию по эксплуатации установок для докотловой обработки воды с режимными картами.

2.4.6. При любом останове, в том числе и для ремонта, рекомендуется осуществлять мероприятия по консервации согласно требованиям п. 2.3.11 настоящих МУ.

2.4.7. При капитальных ремонтах следует производить вырезку образцов наиболее теплонапряженных экранных труб (не менее двух образцов), в том числе один образец из нижнего горизонтального ряда конвективного пучка и один образец из экрана, расположенного

против горелки.

Для котлов, находящихся в длительной эксплуатации, период между вырезками устанавливается головной ведомственной специализированной организацией,

Реагентную очистку поверхностей нагрева следует осуществлять при обнаружении удельной загрязненности их более 500 г/м<sup>2</sup> для газомазутных котлов и более 800 г/м<sup>2</sup> для пылеугольных котлов.

Способ реагентной очистки должен определяться головной ведомственной специализированной организацией с учетом местных особенностей.

2.4.8. Показатели качества подпиточной и сетевой воды, другие показатели водно-химического режима водогрейного котла в объеме требований, предусмотренных настоящими МУ, а также данные о работе водоподготовки и деаэрационной установки должны фиксироваться в специальной ведомости.

Форма ведомости разрабатывается в зависимости от особенностей конкретной энергетической установки в соответствии с требованиями ведомственных правил технической эксплуатации.

2.4.9. Периодически, не реже одного раза в три года, с привлечением специализированной организации (или своими силами) необходимо производить ревизию водоподготовительного оборудования и его переналадку, по результатам которых следует вносить необходимые корректировки в инструкцию по ведению водно-химического режима, в инструкцию по эксплуатации установок для докотловой обработки воды, а также в режимные карты водно-химического режима. Режимные карты при этом следует переутвердить.

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ И СРЕДСТВА ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

#### **3.1. Задачи и объем химического контроля**

3.1.1. 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.

3.1.2. Химический контроль состоит из текущего оперативного контроля за всеми стадиями подготовки подпиточной воды, включая процесс ее деаэрации, и за водно-химическим режимом тепловой сети, а также из углубленного периодического контроля за всеми типами вод с целью фиксации фактического режима энергетической установки в целом.

3.1.3. Текущий оперативный контроль должен производиться постоянно при помощи автоматических или полуавтоматических приборов и должен дополняться простыми приближенными аналитическими определениями. Наиболее важным прибором для непрерывного контроля является кислородомер, устанавливаемый на напорной линии насосов подпиточной воды теплосети.

При отсутствии приборов для непрерывной регистрации показателей качества химически обработанной сетевой и подпиточной воды рекомендуется в котельных всех типов организовать отбор представительных среднесуточных проб\* этих вод для анализа в дневную смену.

---

\* Концентрация растворенного в воде кислорода и значение рН определяются в разовых пробах в соответствии с табл. 3.

Наряду с текущим оперативным химическим контролем выполняется углубленный периодический контроль, который должен давать четкое представление о количественном составе исходной воды и динамике изменений состава воды в тракте теплоснабжающей установки, а также в системе водоподготовки и деаэрации подпиточной воды.

3.1.4. Данные анализов, в том числе и среднесуточных проб, дают возможность определить соответствие фактических показателей качества подпиточной и сетевой воды требованиям Правил ГТН и настоящих МУ и установить эффективность работы обескислороживающей установки и системы водоподготовки.

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

Результаты анализов по определению содержания соединений железа, растворенного кислорода и рН в сетевой и подпиточной воде служат основанием для оценки интенсивности протекания процессов коррозии металла водогрейного котла и аппаратов теплосети. Анализы по

определению карбонатной, условной сульфатнокальциевой жесткости и соединений железа помогают оценивать интенсивность накипеобразования в котлах, тепловых сетях и отопительных приборах.

3.1.5. Необходимый общий объем контроля в каждой конкретной котельной определяется особенностями общей тепловой схемы водотеплоснабжающей системы, принятым способом водоподготовки подпиточной воды, степенью оснащения приборами химического контроля и автоматизацией процессов технологической схемы водоподготовки и деаэрации. Общий объем контроля энергетической установки, в состав которой входят водогрейные котлы, устанавливает головная ведомственная или привлеченная специализированная организация с учетом рекомендаций настоящих МУ.

3.1.6. Рекомендуемый объем химического контроля водного режима энергетических установок с водогрейными котлами, работающими в условиях нормальной эксплуатации, указан в табл. 3.

В пусковой и наладочной периоды объем необходимого химического контроля устанавливает наладочная организация; этот объем не должен быть меньше объема, предусмотренного настоящими МУ.

3.1.7. В практике эксплуатации энергетических установок с водогрейными котлами нередко возникает необходимость кроме анализов сетевой и подпиточной воды и воды из различных ступеней водоподготовки выполнять анализы различного рода отложений для установления причин их образования и разработки средств предупреждения. Дополнительные специальные анализы требуются при проведении периодической реагентной очистки внутренних поверхностей нагрева и их консервации, выполняемых в соответствии с рекомендациями настоящих МУ.

Такие определения, как и полный анализ исходной воды, должны выполняться в центральной заводской лаборатории предприятия или в водных лабораториях специализированных институтов, ведомственных энергетических организаций и химических служб энергосистем Минэнерго СССР.

## Объем аналитического химического контроля

Теплопроизводительность котла, МВт (Гкал/ч)	Анализируемый поток воды или точка отбора пробы	Прозрачность	Щелочность общая и по фенолфталеину	Жесткость общая	Хлориды	Солесодержание	Кислород	Железо	Значение pH	Окисляемость перманганатная	Сульфаты	Жесткость карбонатная	Условная сульфатно-кальциевая жесткость	Карбонатная щелочность	Нефтепродукты
< 35 (30)	Исходная	М	М	М	М	—	—	М	М	М	М	М	М	М	Н
	Осветленная	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Химически обработанная	1	1	1	М	—	—	М	М	—	М	М	М	М	—
	После деаэратора	—	—	—	—	—	Н	М	М	—	—	—	—	—	—
	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	М	М	М	М	М	—	М	М	М	М	М	М	М	Н
	Осветленная	3	3	3	—	—	—	Н	—	—	—	—	—	—	—
	Химически обработанная	3	3	3	Н	М	—	Н	Н	—	М	Н	М	Н	—
	После деаэратора	—	—	—	—	—	1	Н	И	—	—	—	—	—	—
	После подпиточного насоса	1	1	1	Н	—	3	Н	Н	—	М	Н	М	Н	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. Обозначения: 1 и 3 — соответственно один и три раза в сутки; Н — один раз в неделю; М — один раз в месяц.
2. Объем контроля приведен для энергоустановок, в которых подпиточная вода получается из исходной воды артезианского происхождения по схеме: фильтрование — натрий-катионирование — термическая деаэрация в аппаратах атмосферного типа. При других схемах или фазах водоподготовки, а также для энергоустановок, в которых исходная вода получается из поверхностных водоисточников, объем контроля по заключению головной ведомственной энергетической организации может увеличиваться.
3. Санитарный бактериологический анализ подпиточной и сетевой воды для систем с открытым водоразбором производится районной СЭС по установленному ею графику.

### 3.2. Рекомендации заводам — изготовителям котлов и деаэраторов

3.2.1. Устройства для отбора проб сетевой воды на входе ее в котел, используемые одновременно для отбора проб при контроле за правильностью консервации котла в период его остановов, следует включать в комплект поставки для агрегатов теплопроизводительностью 11,63 МВт (10 Гкал/ч) и более.

3.2.2. Устройства для отбора проб деаэрированной подпиточной воды должны поставляться с каждым деаэратором.

3.2.3. Устройства для отбора проб сетевой или подпиточной воды должны изготавливаться по чертежам в соответствии с ОСТ 108.030.04—80 с учетом рекомендаций настоящих МУ.

3.2.4. Каждое устройство для отбора проб воды в соответствии с ОСТ 108.030.04—80 включает в себя последовательно соединенные элементы:

зонд трубчатый;

два запорных вентиля Ду 6;

холодильник;

дроссельный игольчатый вентиль Ду 6 (допускается использование вентилей Ду 10).

3.2.5. Трубопроводы отбора проб воды выводятся на водный щит, общий для всех пробоотборных точек котельной.

3.2.6. Расчетная скорость воды во входном отверстии трубчатого зонда должна быть такой же, как и в трубопроводе.

3.2.7. Трубы для подвода анализируемой воды к холодильнику и змеевики холодильников должны выполняться из стали типа 12Х18Н10Т по ГОСТ 9941—81.

### 3.3. Рекомендации организациям, проектирующим котельные

3.3.1. При установлении объема химического контроля в целом по котельной и выборе мест установки устройств отбора проб сетевой и подпиточной воды следует руководствоваться рекомендациями табл. 3 и 4 в зависимости от теплопроизводительности котельной и особенностей ее общей компоновки.

3.3.2. При проектировании системы отбора проб рекомендуется предусмотреть установку центрального общекотельного водного щита (из одной или нескольких секций).

Щит должен проектироваться с учетом принятых общих компоновочных решений в месте, удобном для обслуживания. К щиту должна быть подведена охлаждающая вода, а также должен быть организован ее отвод и отдельный отвод потоков чистой воды, используемой далее для подпитки котлов.

3.3.3. В соответствии с установленным объемом химического контроля должна быть составлена спецификация на поставку трубопроводов, арматуры и холодильников.

3.3.4. Трубопроводы отбора проб сетевой и подпиточной воды, где контролируется содержание растворенного кислорода, должны выполняться из стали типа 12Х18Н10Т по ГОСТ 9941—81.

3.3.5. В зависимости от типа котельных следует предусматривать организацию водной лаборатории в соответствии с табл. 5.

Таблица 4

Характеристика и место установки элементов пробоотборных устройств

Наименование элемента	Характеристика, условное обозначение по стандарту	Место установки	Требования к установке
Пробоотборный зонд для отбора сетевой воды	Зонд трубчатый 1.0 ОСТ 108.030.04-80	Трубопровод сетевой воды на входе в котел и после сетевого насоса	Наличие прямого восходящего вертикального участка трубопровода длиной не менее 10 диаметров до места установки зонда и не менее 5 диаметров после него
Пробоотборный зонд для отбора деаэрированной воды	То же	Трубопровод подпиточной воды на выходе из деаэратора*	В соответствии с ОСТ 108.030.04—80
То же, для подпиточной	»	Трубопровод на напоре	Наличие прямого восходящего вертикального участка

ВОДЫ		подпиточных насосов	трубопровода длиной не менее 10 диаметров до места установки зонда и не менее 5 диаметров после него
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	В соответствии с ОСТ 108.030.04—80
Водный щит	Щит водный 16.0 ОСТ 108.030.04—80	По проекту	Один щит на 10—12 точек отбора

\* В установках с вакуумным деаэратором пробоотборное устройство устанавливается в ближайшей к деаэратору точке тракта с избыточным давлением.

3.3.6. Для водной лаборатории первой категории должно быть предусмотрено помещение площадью 15—20 м<sup>2</sup>.

3.3.7. Для водной лаборатории второй категории специальное помещение не предусматривается. В этом случае аналитический стол размещается в застекленном боксе-кабине площадью 6—8 м<sup>2</sup>.

Водная лаборатория третьей категории организуется в соответствии с типом паровых котлов согласно РТМ 24.030.24—72.

Предусмотренные в табл. 3 определения показателей качества воды для котлов теплопроизводительностью менее 35 МВт (30 Гкал/ч) рекомендуется производить, используя экспресс-лабораторию анализа воды (ЭЛВК-5), а при возможности и полуавтоматический анализатор кислорода мембранного типа. Реактивы, необходимые для проведения анализов, должны быть приготовлены в центральной лаборатории предприятия или в специализированных лабораториях сторонних организаций.

К решению вопроса создания лаборатории в каждом конкретном случае рекомендуется привлекать головную ведомственную энергетическую организацию и предприятие, в котором осуществляется установка котлов.

Таблица 5

#### Рекомендуемые категории лабораторий в зависимости от типа котельных

Категория лаборатории	Состав оборудования котельной	Указания по организации водной лаборатории
Первая	Котельная только с водогрейными котлами теплопроизводительностью 35 МВт (30 Гкал/ч) и более	Организуется лаборатория в соответствии с указаниями настоящих МУ
Вторая	Котельная только с водогрейными котлами теплопроизводительностью менее 35 МВт (30 Гкал/ч)	То же
Третья	Котельная с водогрейными котлами любой теплопроизводительности, в которой установлены также паровые котлы	Организуется лаборатория первой или второй категории — в зависимости от теплопроизводительности водогрейных котлов. При этом предусматривается дополнительное оборудование, соответствующее типу и производительности паровых котлов по РТМ 24.030.24—72

3.3.8. Водные лаборатории желательно располагать и в непосредственной близости к общекотельному щиту. При размещении оборудования для подготовки добавочной воды в одном здании с котельной рекомендуется организация одной общей лаборатории для контроля водного режима котлов и процессов водоподготовки.

3.3.9. В лаборатории всех категорий должна быть подведена вода из хозяйственно-питьевого водопровода, установлена водопроводная раковина и предусмотрена канализация. Лаборатории всех категорий должны иметь светильники дневного света и подвод электроэнергии со

стабилизированным напряжением. Сеть должна быть рассчитана на одновременную работу всех электроприборов, указанных в табл. 6.

3.3.10. Необходимый минимум лабораторного оборудования приведен в табл. 6.

3.3.11. В лаборатории первой категории должен быть организован непрерывный отбор пробы подпиточной воды в бутылку емкостью 25 л для накопления среднесуточной пробы. Бутылку устанавливают в специальном боксе, закрытом на замок. В лабораториях второй и третьей категории среднесуточная проба должна составляться путем отбора разовых проб; число разовых проб устанавливается специализированной организацией.

Таблица 6

### Оборудование лаборатории

Наименование	Категория лабораторий	
	Первая	Вторая
Стол титрованных растворов	1	1
Дистилляционный аппарат	1	—
Экспресс-лаборатория типа ЭЛВК-5	2	2
Лабораторная обессоливающая установка	1	—
Электроплитки	2	2
Сушильный шкаф	1	—
Аналитические весы	1	—
Полуавтоматический анализатор кислорода мембранного типа	2	1
Технические весы	1	—
Лабораторные катнонитные фильтры	2	—
Лабораторный рН-метр (иономер)	1	—
Шкаф для посуды и реактивов	1	—
Стол для приборов	1	—
Прибор для определения прозрачности (см. п. 3.5.1)	1	1
Стол лабораторный	1	—
Стол для аналитических весов	1	—
Табуретки лабораторные	2	1
Шкаф вытяжной	1	1

### 3.4. Рекомендации предприятиям, эксплуатирующим котлы

3.4.1. Должно быть организовано проведение анализов в объеме химического контроля и по методикам, предусмотренным настоящими МУ, с выводом среднесуточных и среднемесячных показателей. Необходимо проверять соответствие этих показателей требованиям соответствующих нормативных общесоюзных и ведомственных документов, и в частности Правил Госгортехнадзора и настоящих МУ.

3.4.2. Для выполнения представительного химического контроля за водным режимом в котельных всех типов рекомендуется производить отбор среднесуточной пробы подпиточной воды, анализ которой наиболее полно характеризует надежность водно-химического режима водогрейных котлов.

3.4.3. С учетом конкретных условий работы котельной и на основании указаний настоящего МУ должен быть установлен необходимый объем химического контроля, реализована схема отбора проб и оборудована водная лаборатория. В случае необходимости для выполнения этих мероприятий привлекается головная ведомственная энергетическая организация.

3.4.4. При монтаже трубопроводов для отбора проб сетевой и подпиточной воды должен быть выдержан уклон в сторону движения воды. Трубопроводы независимо от их длины не должны изолироваться. Для обеспечения безопасности трубопроводы для отбора проб ограждаются соответствующими устройствами.

3.4.5. При отборе воды на анализ должны быть созданы все условия для получения представительной пробы. В частности, при отборе пробы для анализа на содержание соединений, находящихся частично в грубодисперсной форме (железо), пробоотборную трассу следует периодически продувать с максимально возможной интенсивностью. По окончании продувки устанавливают необходимый расход анализируемой воды и ее температуру согласно п. 3.4.6; отборы проб следует производить не ранее, чем через 15 мин после продувки. Обязательным условием представительности отбора в этом случае является непрерывность

истечения пробы воды.

При отборе и транспортировке пробы должны быть созданы условия, исключающие возможность ее загрязнения.

3.4.6. В каждой из пробоотборных точек должен поддерживаться постоянный расход воды в пределах 30—50 кг/ч при  $t=30\pm 50^{\circ}\text{C}$ .

3.4.7. В объем химического контроля, предусмотренный настоящими МУ, входит определение прозрачности всех вод для косвенного контроля за содержанием взвешенных веществ. Этот показатель необходимо определять для предотвращения заноса грубодисперсными соединениями внутренних поверхностей нагрева водогрейных котлов и тракта теплосети. Прозрачность сетевой и подпиточной воды должна соответствовать Правилам ГТТН и табл. 1. Определение солесодержания (которое используется для оценки соответствия качества сетевой воды в схемах с непосредственным водоразбором требованиям ГОСТ 2874—82 и при расчете условной сульфатно-кальциевой жесткости по табл. 1) производится по электропроводности или приближенно — по кислотности пробы после Н-катионирования. Растворенный кислород определяется аналитически или при помощи лабораторного полуавтоматического кислородомера мембранного типа. В котельных с постоянным или эпизодическим расходом добавочной подпиточной воды 100 т/ч и более целесообразна установка регистрирующего кислородомера (мембранного типа) на линии подпиточной воды. Показатель pH воды контролируется с использованием лабораторного иономера.

3.4.8. В водной лаборатории второй категории (см. табл. 6) все аналитические определения следует производить с помощью экспресс-лаборатории типа ЭЛВК-5 и полуавтоматического кислородомера мембранного типа. Все необходимые растворы для этих определений готовят в центральной заводской лаборатории, а в случае ее отсутствия — на месте из фиксаналов.

3.4.9. В водной лаборатории первой категории (см. табл. 6) выполняются все анализы и определения, предусмотренные табл. 3 для котлов теплопроизводительностью 35 МВт (30 Гкал/ч) и более. При наличии центральной заводской лаборатории операции нагревания и взвешивания на аналитических весах могут выполняться в ней.

3.4.10. Лаборатории всех категорий (см. табл. 6) должны быть оборудованы для возможности производства аналитических определений в соответствии с табл. 7.

Таблица 7

#### Необходимый объем аналитических определений для всех категорий лабораторий

Наименование	Категория лаборатории по табл. 3		
	Первая	Вторая	Третья
Прозрачность	+	+	Организуется лаборатория первой или второй категории — в зависимости от теплопроизводительности водогрейных котлов. При этом предусматривается дополнительное оборудование, соответствующее типу и производительности паровых котлов по РТМ 24.030.24—72
Щелочность	+	+	
Жесткость общая и кальциевая	+	+	
Жесткость карбонатная	+	+	
Жесткость условная сульфатно-кальциевая	+	х	
Хлориды $\text{Cl}^-$	+	х	
Сульфаты $\text{SO}_4^{2-}$	+	х	
Кислород растворенный $\text{O}_2$	+	х	
Солесодержание	+	х	
Соединения железа (в пересчете на Fe)	+	+	
pH	+	+	
Окисляемость перманганатная	+	+	
Нефтепродукты	+	+	

Примечание: х — показатели должны определяться в центральной лаборатории предприятия, для чего она должна быть соответствующим образом дооборудована; + — показатели должны определяться в лабораториях всех типов, расположенных в котельных.

Кроме определений, перечисленных в табл. 7, в отдельных случаях при соответствующих загрязнениях исходной воды производится эпизодическое определение содержания нитритов, аммиака и др. В каждом отдельном случае необходимость этого устанавливает специализированная организация. В соответствии с этим используются отраслевые стандарты



или методические указания Минэнерго СССР.

3.4.11. При организации аналитических определений рекомендуется использовать методы, перечисленные в табл. 8, по описаниям, изложенным в последующих разделах МУ. В табл. 8 приведены также значения чувствительности данных методов определения и указаны пределы округления, которые рекомендуются при расчете результатов анализов.

### 3.5. Методы анализа воды

#### 3.5.1. Определение прозрачности

3.5.1.1. Прозрачность столба предварительно тщательно перемешанной пробы воды дает возможность приближенно оценить содержание в ней взвешенных веществ. Наиболее простой метод определения прозрачности — установление момента исчезновения видимости опускаемого в воду кольца диаметром 20 мм, изготовленного из проволоки диаметром 2 мм, покрытой черным лаком, и укрепленного на металлической линейке со шкалой, градуированной в сантиметрах.

3.5.1.2. Проволочное кольцо опускают в стеклянный цилиндр, заполненный анализируемой водой, до тех пор пока контуры кольца сделаются невидимыми. Глубина погружения кольца в сантиметрах соответствует численному значению прозрачности воды «по кольцу». В табл. 9 приведены значения этого показателя, пересчитанные на прозрачность «по шрифту», указанную в Правилах ГГТН и табл. 1.

3.5.1.3. Зависимость между прозрачностью и концентрацией взвешенных веществ может быть установлена следующим образом. При привлечении специализированной организации производят ряд анализов исходной воды с весовым определением концентрации взвешенных веществ (по разности сухих остатков фильтрованной и нефилтрованной воды). В каждом случае одновременно определяется прозрачность воды. Все результаты анализов параллельных проб наносят на координатные оси и по полученным точкам вычерчивают кривую.

Менее точный, но более быстрый метод—построение кривой по результатам анализа одной пробы воды в период ее максимального загрязнения взвешенными веществами. В результате последовательного разбавления дистиллятом первоначальной тщательно перемешанной пробы получают эталоны. По данным определения прозрачности этих эталонов получают точки, по которым строится расчетная кривая. Для определения прозрачности воды, прошедшей химическую обработку (например, после осветлителя в процессе известкования), в качестве исходной воды для приготовления эталонов должна быть взята именно эта вода в период ее низкой прозрачности.

Таблица 8

Рекомендуемые методы аналитических определений

На именование	Метод определения	Чувствительность метода	Предел округления	Пример округления	
				Определено	После округления
Прозрачность, см	«По кольцу», «По шрифту»	1	1	20,6	21
Щелочность по фенолфталеину и общая, мг-экв/кг	Титрование кислотой	0,1	До двух значащих цифр	4,14	4,1
Щелочность карбонатная, мг-экв/кг	Расчетный	0,1	То же	3,35	3,4
Жесткость общая и кальциевая, мг-экв/кг	Трилометрическое титрование	0,01	»	2,12	2,1
Жесткость карбонатная, мг-экв/кг	Расчетный	0,1	»	2,87	2,9
Хлориды Cl <sup>-</sup> , мг/кг	Аргентометрический *	1	»	221	220
Кислород, мкг/кг	Индигокармниновый	10	10	20	20
Соединения железа (в пересчете на Fe), мкг/кг	Сульфосалициловый	50	50	80	100
pH, единицы pH	По универсальному индикатору	1	1	—	—
	С использованием	0,01	0,1	7,84	7,8

	иономера	(погрешность)			
Солесодержание, мг/кг	Расчетный по щелочности и кислотности** Н-катионированной пробы	50	До двух значащих цифр	465	470
Сульфаты $SO_4^{2-}$ , мг/кг	Расчетный по кислотности Н-катионированной пробы	5	То же	125	130
Жесткость условная сульфатно-кальциевая, мг-экв/кг	Расчетный	0,1	»	3,25	3,3
Окисляемость перманганатная $O_2$ , мг/кг	Перманганатный	0,5	1	2,45	2
Нефтепродукты, мг/кг	Колориметрический экстрагированным четыреххлористым углеродом	0,1	До двух значащих цифр	0,26	0,3

\* Допустимо также использование меркуриметрического метода по ОСТ 34-70-953.16-90 Минэнерго СССР.

\*\* В котельных третьей категории солесодержание можно определять по методу измерения удельной электропроводимости.

Таблица 9

#### Шкала сопоставления прозрачности, см

«По кольцу»	«По шрифту»	«По кольцу»	«По шрифту»
2	0,5	21	15
3	1	22	16
4	2	24	17
6	3	26	18
7	4	28	19
8	5	29	20
10	6	30	21
11	7	31	22
12	8	32	23
13	9	33	24
15	10	34	25
16	11	36	26
17	12	37	27
19	13	38	28
20	14	41	30

#### 3.5.2. Определение общей щелочности

3.5.2.1. Определение щелочности воды основано на титровании растворенных в воде щелочных соединений кислотой в присутствии индикаторов, меняющих свою окраску в зависимости от реакции среды. При титровании с метилоранжем или смешанным индикатором определяется общая щелочность ( $Щ_{об}$ ), условно характеризующая суммарное содержание в воде бикарбонатов, карбонатов, гидратов.

При титровании с фенолфталеином определяются полностью гидраты и половина карбонатов. Данные по изменению цвета индикаторов в зависимости от pH среды приведены в табл. 10.

3.5.2.2. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы:

0,1 н. раствор серной или соляной кислоты;

1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина;

0,1%-ный водный раствор метилоранжа;

смешанный индикатор (смесь равных объемов спиртовых растворов: 0,25%-ного раствора метилового красного и 0,17%-ного раствора метиленового голубого).

## Изменение цвета индикаторов

Индикаторы	Окраска при реакции среды			Интервал перехода pH
	кислой	щелочной	нейтральной	
Фенолфталеин	Бесцветная	Розовая	Бесцветная	8,2-10
Метилоранж	Розовая	Желтая	Оранжевая	3,1—4,4
Смешанный	Фиолетовая	Зеленая	Грязно-серая	4,2—6,2

Смешанный индикатор используется вместо метилоранжа для вод, имеющих значительную цветность, а также при титровании при электрическом освещении.

3.5.2.3. В процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций.

Испытуемую воду в количестве 100 мл помещают в коническую колбу, прибавляют одну-две капли фенолфталеина и в случае появления розовой окраски титруют 0,1 н. раствором кислоты до обесцвечивания. Отметив расход кислоты, добавляют две-три капли метилоранжа или смешанного индикатора и продолжают титрование до изменения окраски (от желтой до оранжевой). Если проба после добавления фенолфталеина не изменила окраски, прибавляют метилоранж или смешанный индикатор и титруют 0,1 н. кислотой до перехода окраски.

Количество миллилитров 0,1 н. кислоты, израсходованной на титрование пробы по фенолфталеину (при объеме пробы 100 мл), численно соответствует щелочности по фенолфталеину  $Ш_{фф}$  в миллиграмм-эквивалентах на килограмм.

Количество миллилитров 0,1 н. кислоты, израсходованной суммарно на титрование пробы по фенолфталеину и метилоранжу или по фенолфталеину и смешанному индикатору, численно соответствует общей щелочности воды  $Ш_{об}$  в миллиграмм-эквивалентах на килограмм.

3.5.3 *Определение карбонатной щелочности*

3.5.3.1. Карбонатная щелочность ( $Ш_{к}$ ) подпиточной и сетевой воды определяется для того, чтобы по графику на черт. 1 найти в зависимости от температуры воды нормируемую величину карбонатной жесткости.

3.5.3.2. Карбонатная щелочность определяется расчетом на основании известных значений щелочности по фенолфталеину  $Ш_{фф}$  и общей щелочности  $Ш_{об}$ , найденных аналитически согласно п. 3.5.2.

В зависимости от соотношения  $Ш_{фф}$  и  $Ш_{об}$  значение карбонатной щелочности определяется приближенно по одной из формул, приведенных в табл. 11.

Таблица 11

## Определение карбонатной щелочности в зависимости от щелочности общей и щелочности по фенолфталеину

Соотношение $Ш_{фф}$ и $Ш_{об}$	Расчетное значение $Ш_{к}$
$Ш_{фф} = 0$	$Ш_{к} = 0$
$Ш_{фф} < 0,5 Ш_{об}$	$Ш_{к} = 2Ш_{фф}$
$Ш_{фф} = 0,5 Ш_{об}$	$Ш_{к} = Ш_{об}$
$Ш_{фф} > 0,5 Ш_{об}$	$Ш_{к} = 2(Ш_{об} - Ш_{фф})$
$Ш_{фф} = Ш_{об}$	$Ш_{к} = 0$

Примечание. Расчет по данным формулам допустим при содержании в исследуемой воде фосфатов не выше 1 мг/кг  $PO_4^{3-}$ . При большем содержании  $PO_4^{3-}$  в исследуемой воде вводится поправка на величину щелочности, обусловленную содержанием фосфатов.

3.5.4. *Определение общей и кальциевой жесткости*

3.5.4.1. Трилон Б (кислая двузамещенная натриевая соль этилендиаминотетрауксусной кислоты) при pH > 9 связывает во внутрикомплексные соединения катионы кальция и магния. Некоторые красители (кислотный хром темно-синий, эриохром черный ЭТ-00) дают с катионами солей жесткости непрочные окрашенные соединения красного цвета. При добавлении в воду с подобными окрашенными соединениями раствора трилона Б в эквивалентной точке

происходит их полное разрушение с изменением цвета раствора на синий. В присутствии ионов цинка или меди (неотчетливый переход окраски) определение жесткости производят с прибавлением раствора сульфида натрия, связывающего эти катионы в нерастворимые сульфидные соединения. Влияние ионов марганца, приводящего к быстрому обесцвечиванию окраски, устраняют прибавлением к пробе раствора солянокислого гидроксилamina.

3.5.4.2. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы:

0,05 н. раствор трилона Б;

0,005 н. раствор трилона Б;

аммиачный буферный раствор; 20 г химически чистого хлористого аммония растворяют в дистилляте, добавляют 100 мл концентрированного раствора аммиака (химически чистого плотностью 0,91) и разбавляют до 1 л дистиллятом;

кислотный хром темно-синий; 0,5 г индикатора растворяют в 10 мл аммиачного буферного раствора и разбавляют до 100 мл этиловым спиртом;

2 н. раствор едкого натра (приблизительная концентрация);

10%-ный раствор сернистого натрия (хранить в полиэтиленовой посуде и не более двух недель);

2%-ный раствор солянокислого гидроксилamina.

3.5.4.3. При жесткости более 100 мкг-экв/кг в процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций: 100 мл пробы помещают в коническую колбу, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора, пять-семь капель индикатора кислотного хром темно-синего и медленно титруют при постоянном перемешивании 0,05 н. раствором трилона Б до отчетливого изменения цвета на синий.

Количество миллилитров 0,05 н. раствора трилона Б (пошедшего на титрование пробы), деленное на два, численно соответствует общей жесткости  $J_{об}$  воды в миллиграмм-эквивалентах на килограмм. При нечетком переходе окраски или ее обесцвечивании определение повторяется с предварительным прибавлением 0,5 мл раствора сернистого натрия для устранения мешающего действия ионов меди и цинка или с прибавлением трех капель раствора солянокислого гидроксилamina для устранения мешающего действия соединений марганца.

3.5.4.4. При жесткости менее 100 мкг-экв/кг в процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций: 100 мл пробы помещают в коническую колбу, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора, пять-семь капель индикатора кислотного хром темно-синего и медленно титруют при постоянном перемешивании 0,005 н. раствором трилона Б из микробюретки с размером капли не более 0,05 мл до изменения окраски. Количество миллилитров 0,005 н. раствора трилона Б (пошедшего на титрование пробы), умноженное на 50, определяет общую жесткость воды в микрограмм-эквивалентах на килограмм.

3.5.4.5. Путем повышения pH пробы до 12 за счет добавления раствора едкого натра можно практически полностью осадить магний в виде  $Mg(OH)_2$  и далее в присутствии индикатора хром темно-синего оттитровать кальциевую жесткость  $J_{Ca}$ . Для этого 100 мл анализируемой воды отбирают в коническую колбу, прибавляют 2 мл 2 н. раствора едкого натра, через 5 мин вводят три капли раствора индикатора хром темно-синего и титруют пробу 0,05 н. раствором трилона Б до перехода ее цвета от розово-красного к фиолетово-голубому. Количество миллилитров 0,05 н. раствора трилона Б (пошедшего на титрование), деленное на два, численно соответствует кальциевой жесткости  $J_{Ca}$  в миллиграмм-эквивалентах на килограмм.

3.5.5. *Определение карбонатной жесткости*

3.5.5.1. Карбонатная жесткость  $J_k$  устанавливается расчетом на основании предварительно аналитически определенных значений общей жесткости  $J_{об}$  по п. 3.5.4 и общей щелочности  $Щ_{об}$  по п. 3.5.2.

При этом возможны два случая:

1)  $J_{об}$  больше  $Щ_{об}$ . В этом случае карбонатная жесткость  $J_k$  принимается равной щелочности общей  $Щ_{об}$ :

$$J_k = Щ_{об};$$

2)  $J_{об}$  меньше  $Щ_{об}$ . В этом случае карбонатная жесткость  $J_k$  принимается равной жесткости общей  $J_{об}$ :

$$J_k = J_{об}.$$

3.5.5.2. Если в состав общей щелочности  $Щ_{об}$  анализируемой сетевой или подпиточной воды входит карбонатная щелочность  $Щ_k$ , определяемая по п. 3.5.3 настоящего раздела РД (это возможно только при pH больше 8,3, что соответствует наличию щелочной реакции воды при добавлении индикатора фенолфталеина), нормативно допустимое значение карбонатной

жесткости устанавливается по черт. 1. Для этого на горизонтальной оси графика находят точку, соответствующую аналитически найденному значению  $Щ_k$  по п. 3.5.3. От указанной точки проводится вертикаль до точки пересечения с кривой, соответствующей фактической температуре сетевой воды на выходе из водогрейного котла  $t$  (°С).

На вертикальной оси находят искомое значение предельно допустимой карбонатной жесткости в микрограмм-эквивалентах на килограмм.

Например:  $Щ_k = 3$  мг-экв/кг;  $t = 150^\circ\text{C}$ . По черт. 1 находим:  $Ж_k \approx 60$  мкг-экв/кг.

#### 3.5.6. Определение содержания хлоридов

3.5.6.1. После связывания хлор-ионов азотнокислым серебром образуется хлористое серебро (белый осадок); при этом первые избыточные капли реактива в присутствии хромовокислого калия в нейтральной (по фенолфталеину) среде приводят к появлению бурой окраски хромовокислого серебра.

3.5.6.2. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы:

0,0282 н. раствор азотнокислого серебра (хранить в коричневой склянке);

0,1 н. раствор серной кислоты;

10%-ный раствор калия хромовокислого;

1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина.

Таблица 12

### Рекомендуемый объем пробы для анализа

Предполагаемое содержание хлоридов, мг/кг	Объем пробы, мл	Коэффициент приведения объема к литру $K$
До 2	500	2
2—10	250	4
10—50	100	10
50—100	50	20
Более 100	25	40

3.5.6.3. В процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операции.

Отбирают пробу воды в зависимости от предполагаемого содержания хлоридов в объеме, указанном в табл. 12.

Пробу помещают в коническую колбу, прибавляют две капли фенолфталеина и нейтрализуют серной кислотой до исчезновения розовой окраски. Затем добавляют 1 мл раствора хромовокислого калия и титруют из бюретки азотнокислым серебром до появления устойчивой бурой окраски. При объеме пробы более 100 мл ее предварительно упаривают. При объеме пробы 100 мл количество миллилитров азотнокислого серебра \* после вычитания поправки на окраску, принимаемой равной 0,2 мл, и умножения на 10 соответствует содержанию хлоридов в миллиграммах на килограмм. При ином объеме пробы результат расчета умножают на корректирующий коэффициент  $K$ , приведенный в табл. 12.

\* 1 мл раствора азотнокислого серебра оттитровывает 1 мг хлор-иона.

3.5.6.4. При большом числе определений в лаборатории должен быть сосуд для сбора оттитрованных проб и регенерации серебра.

3.5.6.5. Допускается применение меркуриметрического метода по ОСТ 34—70—953.16—90 при условии соблюдения правил техники безопасности при работе с ртутными соединениями.

#### 3.5.7. Определение содержания соединений железа

3.5.7.1. Определение основано на образовании в слабощелочной среде окрашенных в желто-оранжевый цвет комплексов железа с сульфосалициловой кислотой.

Для перевода всех соединений железа в растворенное состояние пробу (вне зависимости от их предполагаемого содержания) предварительно подкисляют и упаривают примерно в 10 раз.

3.5.7.2. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы:

30%-ный раствор сульфосалициловой кислоты или насыщенный раствор сульфосалицилового натрия;

25%-ный раствор серной кислоты, не содержащий железа;

10%-ный раствор персульфата натрия, не содержащий железа;

10%-ный раствор аммиака;

обессоленная вода или конденсат, не содержащий соединений железа;  
стандартный раствор соли трехвалентного железа, содержащий 10 мг/кг Fe<sup>3+</sup>.

3.5.7.3. При отборе пробы воды соблюдают, по возможности, условия ее представительности по соединениям железа, находящегося в грубодисперсной форме (короткая трасса, линия отбора из нержавеющей стали, предварительная продувка отборной точки, скорость воды в пробоподводящей линии не менее 1 м/с). Пробу воды отбирают из вертикального участка трубопровода в колбу, предварительно обработанную длительным кипячением с концентрированной соляной кислотой.

3.5.7.4. В процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций.

До отбора пробы в колбу вводят 2 мл 25%-ной серной кислоты на каждые 100 мл пробы. В лаборатории отмеривают 50 мл пробы, переносят в химический стакан, также обработанный соляной кислотой, вводят 1 мл персульфата натрия и упаривают примерно в 10 раз. После этого объем пробы доводят до 50 мл путем добавления конденсата. Одновременно готовят шкалу эталонных растворов. Для этого стандартный раствор с концентрацией 10 мг/кг железа разбавляют в колбах в 100, 50, 25, 20, 10 и 5 раз и получают эталонные растворы с концентрацией соответственно 100, 200, 400, 500, 1000 и 2000 мкг/кг железа. Затем в шесть одинаковых пробирок последовательно вводят по 10 мл эталонных растворов, а в седьмую пробирку 10 мл двукратно упаренной подкисленной пробы воды.

В каждую пробирку вводят по 1 мл сульфосалициловой кислоты и по 2 мл раствора аммиака. После перемешивания содержимого пробирок через 10 мин сравнивают интенсивность окраски испытуемой воды с окраской эталонных растворов. Для этого пробирки помещают на белый фон и смотрят на раствор сверху вниз.

3.5.7.5. Содержание соединений железа (в микрограммах на килограмм) в анализируемой воде находят путем сопоставления с концентрацией железа в пробирке эталонной шкалы, окраска которой соответствует окраске испытуемой пробы.

3.5.7.6. Допускается определение железа фотоколориметрическим методом согласно ОСТ 34—70—953.4—88Р.4.

#### 3.5.8. *Определение содержания растворенного кислорода*

3.5.8.1. Восстановленная форма индигокармина—лейкосоединение золотисто-желтого цвета при окислении за счет растворенного в воде кислорода меняет свою окраску до темно-синей. Определение основано на связывании растворенного в воде кислорода восстановленной формой индигокармина (лейкосоединение) с последующим колориметрированием окраски образующегося раствора индигокармина с окраской серии стандартных растворов.

Метод используют для определения содержания кислорода в пределах 10—100 мкг/кг O<sub>2</sub>.

3.5.8.2. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы и аппаратура:

0,1—0,2 н. раствор индигокармина с кислотностью по фенолфталеину и с титром по кислороду, примерно равным 0,02 мг/мл O<sub>2</sub> (определяется перманганатометрически);

0,2 н. аммиачный раствор индигокармина;

амальгамированный цинк в редуторе (бюретка на 25 мл с оттянутым концом в виде капилляра). Гранулированный цинк промывают 5%-ным раствором азотной кислоты, затем 10%-ным раствором азотнокислой ртути (окисной или закисной) до образования на гранулах слоя блестящей амальгамы, переносят в редутор, промывают в нем водой и заполняют аммиачным раствором индигокармина;

0,37 г/кг раствора пикриновой кислоты;

шкала имитаторов, которая готовится смешиванием кислого раствора индигокармина и пикриновой кислоты в объемах, указанных в табл. 13.

Растворы отмеривают в мерную колбу емкостью 250 мл, которую затем заполняют до метки дистиллятом. Для сохранения устойчивой окраски в течение недели шкала эталонов должна быть помещена в парфюмерные склянки емкостью около 200 мл. Такая же склянка, используемая для отбора пробы, должна иметь уплотняющую резиновую прокладку, гарантирующую герметичность. Склянку ставят в специальное ведерко из полиэтилена диаметром 120 мм и высотой 200 мм, чтобы иметь возможность вводить в нее реактивы под слоем воды.

Таблица 13

### Эталонная шкала для определения кислорода

Концентрация кислорода, мкг/кг	Объем раствора индигокармина, мл	Объем раствора пикриновой кислоты, мл
0	0	1,50
10	0,11	1,39
20	0,22	1,28
40	0,45	1,05
60	0,68	0,82
80	0,90	0,60
100	1,12	0,38

3.5.8.3. В процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций.

Пробу из пробоотборной точки, охлажденную до температуры не выше 40°C, через резиновый шланг со стеклянным наконечником внутренним диаметром 3 мм направляют в склянку, помещенную в ведро. Выжидают, пока вода заполнит склянку и ведро на 4—5 см выше горлышка склянки. Вынув из склянки наконечник, вводят из редуктора в нее 1,5 мл аммиачного раствора лейкоиндигокармина. Закрывают под водой склянку колпачком с уплотняющей резиновой прокладкой и перемешивают содержимое. Окраска пробы, совпадающая с окраской одного из эталонов, непосредственно дает результат анализа в микрограммах кислорода на килограмм пробы воды.

3.5.8.4. Для выполнения данного определения целесообразно использовать полуавтоматический кислородомер мембранного типа с электрохимическим датчиком, обладающий чувствительностью не хуже, чем указанная в табл. 8 для аналитического метода.

3.5.8.5. По рекомендации специализированной организации допустимо применение метода с метиленовым голубым.

#### 3.5.9. *Определение окисляемости*

3.5.9.1. Окисляемость — условный косвенный показатель степени загрязненности воды органическими веществами. Определение перманганатной окисляемости воды основано на окислении органических веществ, содержащихся в воде, перманганатом калия (в кислой среде). В условиях, принятых в описании метода, окисление различных органических веществ, содержащихся в природной воде, происходит с неодинаковой степенью полноты. Тем не менее в связи с близостью содержания органических веществ в природных водах отдельных водоисточников показатель окисляемости воды является достаточно представительным для косвенной оценки степени ее загрязненности этими веществами. Приближенное знание окисляемости воды согласно п. 1.4 необходимо для правильного нормирования карбонатной жесткости  $J_k$  сетевой и подпиточной воды.

3.5.9.2. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы:

0,01 н. раствор перманганата калия;

0,01 н. раствор щавелевой кислоты;

10 н. раствор серной кислоты.

3.5.9.3. В процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций.

100 мл анализируемой воды измерительным цилиндром вводят в коническую колбу емкостью 250 мл, добавляют пипеткой с предохранительным шариком 10 мл серной кислоты (10 н. раствор). Нагревают пробу до кипения и вводят из бюретки точно 10 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. С момента закипания пробу кипятят 10 мин (по песочным часам). Для того чтобы кипение происходило равномерно, без толчков, в колбу бросают несколько стеклянных бусинок или кристалликов чистого кварца. По истечении 10 мин кипения нагрев прекращают, в горячую жидкость тотчас вводят (из бюретки) 10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты. Обесцветившуюся жидкость титруют 0,01 н. раствором перманганата калия до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение минуты. Если при кипении в течение 10 мин жидкость обесцветится, побуреет или в ней появится коричневый осадок, то определение следует повторить, взяв для анализа меньший объем воды. Параллельно проводят контрольное определение, для чего к 100 мл дистиллированной воды в конической колбе емкостью 250 мл добавляют 10 мл серной кислоты (10 н. раствор), нагревают жидкость до кипения, вводят точно 10 мл 0,01 н. раствора перманганата калия, кипятят ровно 10 мин с момента вторичного закипания, добавляют в жидкость точно 10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты и титруют 0,01 н. раствором перманганата калия до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

3.5.9.4. Величина перманганатной окисляемости (в мг/кг O<sub>2</sub>) вычисляется по формуле

$$O_{\text{п}} = \frac{(a_1 - a_2)K \cdot 0,08 \cdot 1000}{V},$$

где  $a_1$  и  $a_2$  — расходы 0,01 н. раствора перманганата калия на титрование анализируемой и контрольной пробы, мл;

$K$  — коэффициент сантинормальности 0,01 н. раствора перманганата калия, равный единице для точно 0,01 н. раствора;

0,08 — титр 0,01 н. раствора перманганата калия по кислороду;

$V$  — объем анализируемой пробы (обычно 100 мл).

#### 3.5.10. Определение приближенного значения концентрации сульфатов

3.5.10.1. Приближенное значение концентрации сульфатов в сетевой и подпиточной воде необходимо для определения по номограмме черт. 2 величины допустимой условной сульфатно-кальциевой жесткости.

3.5.10.2. При пропускании через лабораторный Н-катионитный фильтр анализируемой воды фильтрат имеет кислотность  $K$ , примерно соответствующую суммарному содержанию в ней сульфатов и хлоридов. Вычитая из кислотности  $K$  эквивалентную концентрацию хлор-иона, предварительно определенную по п. 3.5.6, находят концентрацию сульфатов  $SO_4^{2-}$ , необходимую для пользования номограммой черт. 2.

3.5.10.3. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы и аппаратура:

лабораторный Н-катионитный фильтр (изготовленный из бюретки с объемом катионита типа КУ-2 25 мл, отрегенированный 5%-ной соляной кислотой и отмытый от избытка кислоты по смешанному индикатору до кислотности не выше 0,1 мг-экв/кг);

0,1 н. раствор едкого натра;

смешанный индикатор (п. 3.5.2.2);

дистиллят.

3.5.10.4. В процессе аналитического определения следует соблюдать следующую последовательность операций.

Через Н-катионитный фильтр пропускают 200 мл анализируемой воды. Спустив в дренаж первые 50 мл, отбирают 100 мл фильтрата и в конической колбе на 250 мл, прибавив две капли смешанного индикатора, титруют 0,1 н. раствором едкого натра из микробюретки с размером капли не более 0,05 мл до начала перехода фиолетовой окраски в зеленую. Расход 0,1 н. раствора едкого натра в миллилитрах на титрование 100 мл пробы численно равен кислотности  $K$ .

3.5.10.5. Концентрация сульфатов  $SO_4^{2-}$  (в мг-экв/кг) определяется расчетом из выражения

$$SO_4^{2-} = K - \frac{Cl}{35,5},$$

где  $K$  — кислотность, мг-экв/кг;  $Cl$  — концентрация хлоридов в анализируемой воде, определенная по п. 3.5.6, мг/кг.

#### 3.5.11. Определение приближенного значения сухого остатка (солесодержания)

3.5.11.1. Приближенное значение сухого остатка необходимо для определения по номограмме черт. 2 величины допустимой условной сульфатно-кальциевой жесткости.

3.5.11.2. Приближенное значение сухого остатка  $S$  (в мг/кг) производят расчетно по эмпирической формуле

$$S = (Ш_{\text{об}} + K) 50 + O_{\text{п}} - 3,5,$$

где  $Ш_{\text{об}}$  — щелочность общая, определенная по п. 3.5.2, мг-экв/кг;

$K$  — кислотность, определенная по п. 3.5.10, мг-экв/кг;

$O_{\text{п}}$  — перманганатная окисляемость, определенная по п. 3.5.9, мг/кг O<sub>2</sub>;

50 — приближенный средневзвешенный эквивалент для всех катионов и анионов, обычно присутствующих в пресных водах, используемых для систем тепловодоснабжения;

3,5 — эмпирический коэффициент перевода показателя перманганатной окисляемости (в мг/кг O<sub>2</sub>) в показатель концентрации органических веществ.

3.5.11.3. В котельных, где наряду с водогрейными котлами установлены паровые котлы (см. табл. 5) и организована лаборатория, соответствующая требованиям РТМ 24.030.24—72, определение солесодержания может производиться электрометрическим методом согласно п. 7 РТМ 24.030.24—72.

#### 3.5.12. Определение условной сульфатно-кальциевой жесткости



3.5.12.1. Условная сульфатно-кальциевая жесткость  $\mathcal{J}_{Ca^{2+}, SO_4^{2-}}$  нормируется для сетевой и подпиточной воды по табл. 1. За условную сульфатно-кальциевую жесткость принимается предельная кальциевая жесткость  $\mathcal{J}_{Ca}$ , определенная по п. 3.5.4.5 и допустимая с учетом известных значений концентрации сульфатов, солесодержания и температуры сетевой воды (температура воды измеряется на выходе из котла).

3.5.12.2. Условная сульфатно-кальциевая жесткость находится по номограмме черт. 2 настоящего РД, для чего предварительно необходимо:

определить концентрацию сульфатов  $SO_4^{2-}$  по п. 3.5.10;

определить приближенное значение солесодержания  $S$  по п. 3.5.11 или электрометрически по РТМ 24.030.24—72;

знать значение температуры воды на выходе из водогрейного котла.

Имея эти данные, необходимо:

соединить прямой (см. черт. 2, прямая 1) точку, соответствующую значению солесодержания  $S$ , с точкой температуры воды на выходе из котла  $t$ ;

через точку пересечения нанесенной прямой со средней осью номограммы провести прямую от точки, соответствующей концентрации сульфатов  $SO_4^{2-}$ , до пересечения со шкалой, где находится искомое значение условной сульфатно-кальциевой жесткости  $\mathcal{J}_{Ca^{2+}, SO_4^{2-}}$  (см. рис. 2, прямая 2).

Пример. Сопоставить найденное значение  $\mathcal{J}_{Ca^{2+}, SO_4^{2-}}$  со значением  $\mathcal{J}_{Ca}$ , определенным аналитически по п. 3.5.4.5;

$S = 250$  мг/кг,  $t = 150^\circ\text{C}$ ,  $SO_4^{2-} = 3,5$  мг-экв/кг.

В этом случае условная сульфатно-кальциевая жесткость по черт. 2 равна 2,9 мг-экв/кг и кальциевая жесткость подпиточной и сетевой воды, определенная по п. 3.5.4.5, не должна быть более указанной величины.

### 3.5.13. Определение pH

3.5.13.1. Для нормирования качества подпиточной и сетевой воды согласно Правилам ГГТН и табл. 1 достаточно иметь возможность приближенно определять следующие значения pH: меньше 7,0; меньше 8,3; больше 8,3; меньше 11,0; больше 11,0.

3.5.13.2. Некоторые органические вещества—красители—меняют свою окраску в определенном диапазоне изменений pH. Используемые для определения щелочности растворы индикаторов (метилоранж, смешанный индикатор, фенолфталеин) изменяют свою окраску в диапазонах pH, указанных в табл. 14.

Универсальная индикаторная бумага, пропитанная растворами различных индикаторов, меняет свою окраску путем перехода через ряд цветов, воспроизведенных в специальной эталонной шкале.

3.5.13.3. Для выполнения аналитического определения необходимы следующие реактивы:

пакеты универсальной индикаторной бумаги (pH = 1÷10);

растворы индикаторов (фенолфталеина, метилоранжа и смешанного), используемые для определения щелочности (см. п. 3.5.2).

3.5.13.4. Для определения значения pH в испытуемую воду опускают универсальную индикаторную бумагу. Ее окраску сравнивают с окраской одного из эталонов, имеющихся в пакете индикаторной бумаги. Правильность показаний индикаторной бумаги можно проверить путем контрольного определения pH с применением растворов индикаторов согласно данным табл. 14.

3.5.13.5. Для приближенной оценки значения pH воды (больше или меньше 11,0) следует определить общую щелочность воды  $Ш_{об}$  и щелочность по фенолфталеину  $Ш_{фф}$  согласно п. 3.5.2. Если  $Ш_{фф}$  окажется меньше  $0,5Ш_{об}$ , считается, что pH воды меньше 11,0. Если  $Ш_{фф}$  будет больше  $0,5Ш_{об}$ , pH воды следует считать больше 11,0.

Таблица 14

### Рекомендуемые индикаторы

Индикатор	Окраска индикатора при pH					
	меньше 4	4-6	6-7	7-8	8,3	больше 9,0

Фенолфталеин Смешанный Метилоранж	Бесцветная			Слабо-розовая	Ярко-розовая
	Фиолетовая Розовая	Грязно-серая Оранжевая	Слабо-зеленая Соломенная	Ярко-зеленая	Желтая

3.5.13.6. Для точного определения рН в лабораториях первой категории (см. табл. 6) используется лабораторный рН-метр или иономер.

Определение при этом производится согласно заводской инструкции к прибору.

#### 3.5.14. Приготовление обезжелезненной и обессоленной воды

3.5.14.1. Обессоленную и обезжелезненную воду лучше всего готовить из конденсата пара в ионитном фильтре смешанного действия. Подобный фильтр можно изготовить из обычной бюретки на 100 мл. Функции дренажной системы фильтра и предвключенного механического фильтра выполняют тампоны гигроскопической ваты.

3.5.14.2. Для заполнения фильтра используют катионит типа КУ-2 и анионит типа АВ-17 в соотношении по объему 1 :2. Первый предварительно регенерируют в подобном же фильтре 5%-ной соляной кислотой, а второй—2%-ным раствором едкого натра. Иониты, отмытые конденсатом от избытка кислоты и щелочи, выгружают в колбу с конденсатом, перемешивают в ней и совместно загружают в ионитный фильтр смешанного действия. Отмывка последнего ведется конденсатом пара. Оптимальное суммарное количество ионитов 100 мл. Получение обессоленной воды ведется со скоростью фильтрования 10—20 м/ч.

Допускается использование принципа раздельного Н—ОН-ионирования с пропуском обрабатываемого конденсата последовательно через два фильтра.

### 3.6. Приготовление стандартных и титрованных растворов

3.6.1. Стандартные и титрованные растворы готовят согласно данным табл. 15. Концентрация титрованных растворов должна точно соответствовать заданной нормальности. Для приготовления титрованных растворов рекомендуется брать навеску или количество исходного вещества в миллилитрах на 1—2% больше чем по расчету. Установление титра производят по результатам не менее чем трех параллельных определений; при этом берут среднее арифметическое из сходящихся с точностью до 0,1—0,2% результатов.

3.6.2. Нормальность определяемого раствора рассчитывают по формуле

$$h_2 = \frac{V_1 h_1}{V_2},$$

где  $h_1$  — нормальность известного раствора;

$V_1$  — количество раствора, нормальность которого известна, мл;

$V_2$  — количество раствора, нормальность которого определяют, мл.

После определения нормальности такой раствор легко разбавить дистиллятом до требуемой концентрации. Количество дистиллята  $x$ , добавляемого на каждый литр раствора, рассчитывают

по формуле  $x = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 1000$ .

## Приготовление стандартных и титрованных растворов

Рабочий раствор	Концентрация	Исходное вещество	Обработка исходного вещества	Количество исходного вещества на 1 л раствора	Процесс приготовления	Проверка титра	
						Исходное вещество	Процесс установки титра
Серная кислота	0,1 н.	Фиксанал	—	1 ампула	Перенести содержимое одной ампулы в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки	Не проверяется	
Серная кислота	0,1 н.	Серная кислота химически чистая, плотность 1,84	—	2,8 мл	В мерную литровую колбу, заполненную до половины дистиллятом, влить 2,8 мл H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> и раствор разбавить дистиллятом до метки	0,1 н. раствор углекислого натрия (фиксанал) или 0,1 н. борнокислого натрия (фиксанал)	20 мл 0,1 н. раствора углекислого натрия (или борнокислого натрия) разбавить до 100 мл дистиллятом и титровать кислотой в присутствии метилоранжа до оранжевой окраски раствора
Соляная кислота	0,1 н.	Фиксанал	—	1 ампула	Перенести содержимое ампулы в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки	Не проверяется	
Соляная кислота	0,1 н.	Соляная кислота химически чистая, плотность 1,19	—	9,0 мл	В мерную литровую колбу влить 9 мл HCl и разбавить дистиллятом до метки	Так же, как для серной кислоты	
Едкий натр	0,1 н.	Фиксанал	—	1 ампула	Перенести содержимое ампулы в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки	Не проверяется	
Едкий натр	0,1 н.	Едкий натр химически чистый	—	4,5 г	Навеску растворить в небольшом количестве дистиллята; раствор перенести в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки	0,1 н. раствор	кислоты 20 мл раствора едкого натра, разбавленного дистиллятом до 100 мл, титровать с метилоранжем или со смешанным индикатором 0,1 н. раствором кислоты до изменения окраски раствора
Трилон Б	0,05 н.	Фиксанал	—	1 ампула	Приготовленный 0,1 н. раствор разбавить дистиллятом в два раза	Не проверяется	
Трилон Б	0,05 н.	Трилон Б	—	10 г	Навеску растворить в стакане емкостью 500-800 мл в	1) 0,1 н. раствор MgSO <sub>4</sub> (фиксанал)	1) 20 мл 0,05 н. раствора сульфата магния или цинка

Серебро азотно-кислое	0,0282 н.	Серебро азотнокислое, химически чистое	—	4,8 г	<p>дистилляте, отфильтровать, перенести раствор в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки</p> <p>Навеску растворить в небольшом количестве дистиллята; раствор перенести в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки</p>	<p>или 0,1 н. раствор ZnSO<sub>4</sub> (фиксанал). Приготовленный 0,1 н. раствор разбавить дистиллятом в два раза (0,05 н. раствор)</p> <p>2) Навеску 6,1625 г MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (или 7,189 г ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) растворить в мерной литровой колбе дистиллятом и довести до метки (0,05 н. раствор)</p> <p>NaCl химически чистый, высушенный при температуре 120-150°. Навеску 1,6486 г растворить в мерной литровой колбе дистиллятом и довести до метки (0,0282 н. раствор); приготовленный раствор содержит в 1 мл 1 мг Cl<sup>-</sup></p>	<p>разбавить до 100 мл дистиллятом, добавить 5 мл аммиачного буферного раствора и 7 капель индикатора хром темно-синего и титровать трилоном Б до перехода окраски в синий цвет</p> <p>2) Так же, как для п. 1</p> <p>10 мл 0,0282 н. раствора NaCl добавить до 100 мл дистиллятом, титровать в присутствии 5 капель хромата калия раствором азотнокислого серебра до установления устойчивого бурого оттенка</p>
Индигокармин кислый	Титр по кислороду 0,02 мг/мл; кислотность 0,1-0,2 н.	Индигокармин	Измельчить в ступке	0,5 г	<p>Навеску нагреть на водяной бане в фарфоровой чашке с 4 мл концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> до полного растворения, осторожно разбавить дистиллятом до 1 л. Выдержать пять-шесть дней, отфильтровать</p> <p>1) Установить титр по кислороду.</p>	<p>1) 0,1 н. раствор KMnO<sub>4</sub> (фиксанал). Приготовленный 0,1 н. Раствор разбавить в 10 раз (0,01 н. раствор KMnO<sub>4</sub>)</p>	<p>1) К 20 мл кислого раствора индигокармина прибавить 50 мл дистиллята, 10 мл H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:3) и титровать 0,01 н. раствором KMnO<sub>4</sub> до желтого цвета. Титр раствора</p>

					<p>Для получения раствора с титром 0,02 мг/мл его разбавляют дистиллятом в соотношении <math>\frac{(T - 0,02)W}{0,02}</math> мл,</p> <p>где <math>W</math> - объем кислого индигокармина, мл</p> <p>2) Определить кислотность раствора</p>		$T = \frac{V \cdot 0,08}{20} \text{ мг/мл,}$ <p>где <math>V</math> — объем 0,01 н. раствора <math>\text{KMnO}_4</math>, пошедшего на титрование, м.т. 0,08 — титр 0,01 н. раствора <math>\text{KMnO}_4</math> по кислороду, мг/мл</p>
Индигокармин аммиачный	Щелочность 0,2 н.	Кислый раствор индигокармина	—	—	<p>1) 5 н. раствор аммиака. Разбавить 37,5 мл 25%-ного раствора <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> до 100 мл дистиллятом</p> <p>2) Разбавить кислый раствор индигокармина 5 н. раствором аммиака:</p> $V = \frac{W(H + 0,2)}{5}$ <p>где <math>W</math> — объем кислого раствора индигокармина, мл;  <math>H</math> — кислотность кислого раствора индигокармина, выраженная через нормальность;  0,2 — заданная нормальность аммиачного раствора по аммиаку</p>	2) 0,1 н. раствор NaOH  0,1 н. раствор кислоты	<p>2) К 10 мл кислого раствора индигокармина (с титром 0,02 мг/мл <math>\text{O}_2</math>) прибавить 50 мл дистиллята и титровать 0,1 н. раствором щелочи с индикатором фенолфталеином:</p> $h = \frac{V \cdot 0,1}{10} = 0,01 \cdot V$ <p>где <math>V</math> — объем 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на титрование, мл</p> <p>Для проверки щелочности индигокарминового раствора к 5 мл аммиачного раствора индигокармина прибавить 50 мл дистиллята, две капли смешанного индикатора и титровать 0,1 н. раствором кислоты до перехода синей окраски в фиолетовую</p>
Стандартный раствор железа	100 мг/кг	Железоаммонийные квасцы $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot x$	Высушить в эксикаторе при	0,8634 г	Навеску растворить в мерной литровой колбе в дистилляте с добавлением 20 мл	—	—

Стандартный раствор железа	100 мг/кг	x12H <sub>2</sub> O химически чистые Стальная проволока по ГОСТ 3282—74	нормальной температуре Очистить механическим путем от оксидной пленки. Получить железные опилки	100 мг	концентрированной серной кислоты, довести объем раствора до метки Навеску растворить в разбавленной 1 : 1 дистиллятом соляной кислоте при нагревании; раствор перенести в мерную литровую колбу и довести дистиллятом до метки	—	—
Стандартный раствор железа	10 мг/кг	—	—	—	Стандартный раствор железа 100 мг/кг разбавить в 10 раз	—	—
Щавелевая кислота	0,1 н.	Фиксанал	—	1 ампула	Перенести содержимое одной ампулы в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки	—	Не проверяется
Щавелевая кислота	0,01 н.	0,1 н. раствор щавелевой кислоты	—	—	Разбавить 0,1 н. раствор H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> в 10 раз	—	Не проверяется
Перманганат калия	0,1 н.	Фиксанал	—	1 ампула	Перенести содержимое одной ампулы в мерную литровую колбу и разбавить дистиллятом до метки	—	Не проверяется
Перманганат калия	0,01 н.	0,1 н. раствор KMnO <sub>4</sub>	—	—	Разбавить 0,1 н. раствор KMnO <sub>4</sub> в 10 раз	0,01 н. раствор щавелевой кислоты (из фиксанала)	10 мл 0,01 н. раствора щавелевой кислоты добавляется в колбу после определения окисляемости и титруется 0,01 н. раствором перманганата калия

**ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ РУКОВОДЯЩЕМ  
ДОКУМЕНТЕ, И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Термин	Пояснение к термину
1. Прямая сетевая вода	Вода определенных параметров (температура, давление и химический состав) в теплосети от сетевого насоса до потребителя тепла
2. Обратная сетевая вода	Вода определенных параметров (температура и химический состав) в теплосети от потребителя до сетевого насоса

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Нормы качества сетевой и подпиточной воды
  2. Организация водно-химического режима
    - 2.1. Задачи водно-химического режима
    - 2.2. Рекомендации заводам — изготовителям котлов
    - 2.3. Рекомендации организациям, проектирующим котельные
    - 2.4. Рекомендации предприятиям, эксплуатирующим котлы
  3. Организация и средства химического контроля
    - 3.1. Задачи и объем химического контроля
    - 3.2. Рекомендации заводам — изготовителям котлов и деаэраторов
    - 3.3. Рекомендации организациям, проектирующим котельные
    - 3.4. Рекомендации предприятиям, эксплуатирующим котлы
    - 3.5. Методы анализа воды
      - 3.5.1. Определение прозрачности
      - 3.5.2. Определение общей щелочности
      - 3.5.3. Определение карбонатной щелочности
      - 3.5.4. Определение общей и кальциевой жесткости
      - 3.5.5. Определение карбонатной жесткости
      - 3.5.6. Определение содержания хлоридов
      - 3.5.7. Определение содержания соединений железа
      - 3.5.8. Определение содержания растворенного кислорода
      - 3.5.9. Определение окисляемости
      - 3.5.10. Определение приближенного значения концентрации сульфатов
      - 3.5.11. Определение приближенного значения сухого остатка (солесодержания)
      - 3.5.12. Определение условной сульфатно-кальциевой жесткости
      - 3.5.13. Определение pH
      - 3.5.14. Приготовление обезжелезненной и обессоленной воды
    - 3.6. Приготовление стандартных и титрованных растворов
- Приложение. Термины, использованные в настоящем руководящем документе, и их определения