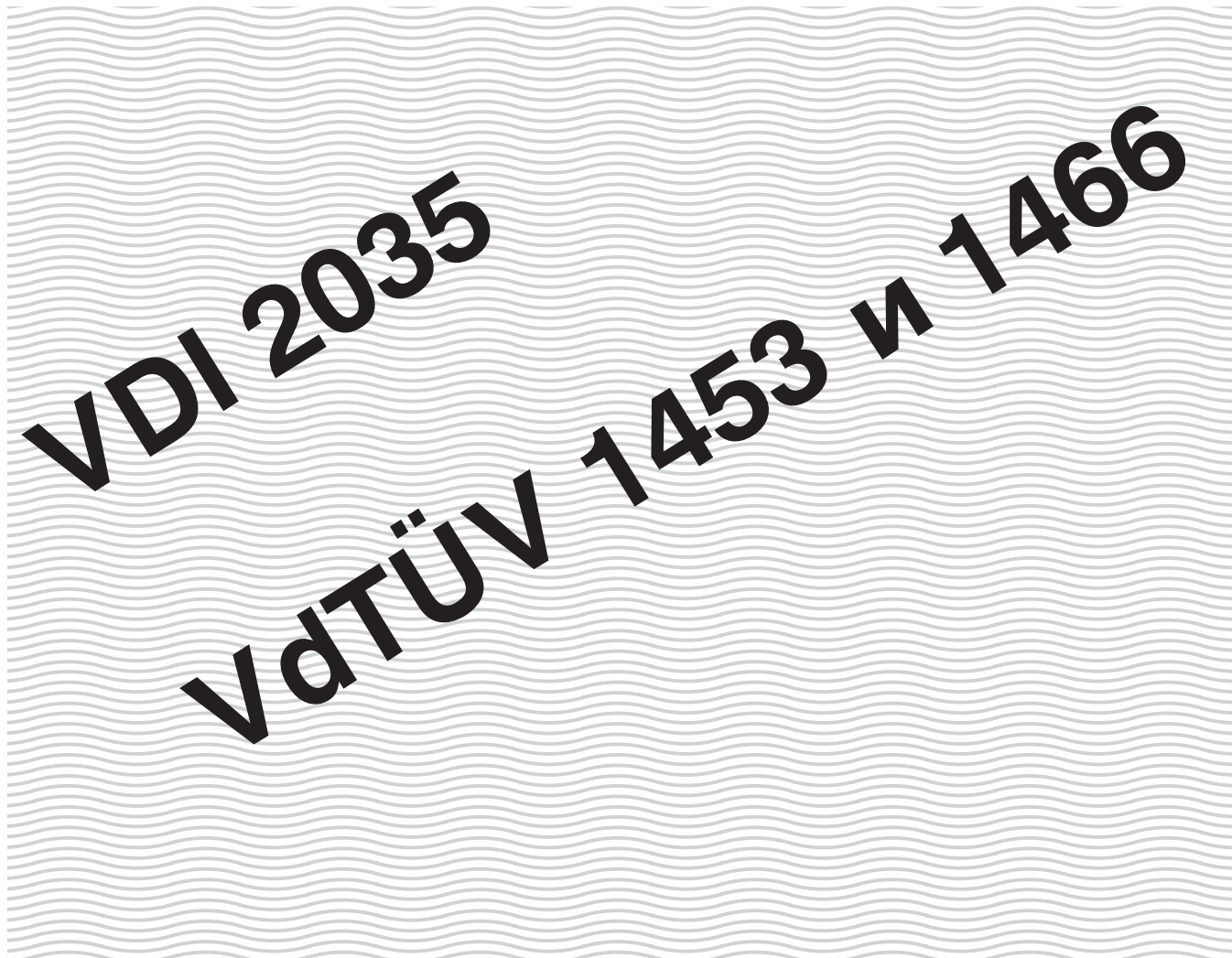


## Инструкция по проектированию



Указание по хранению:  
папка Vitotec, документация по проектированию, регистр 1

Различными ассоциациями выпущены руководящие документы, регламентирующие качество воды отопительных установок, например, руководящий документ VDI 2035, памятки VdTÜV 1453 и 1466, TRD 612 Комитета по паровым котлам.

Наши гарантийные обязательства действительны при условии соблюдения требований настоящей Инструкции. Гарантия не распространяется на случаи поражения поверхности оборудования коррозией и накипью.

# 1 ... Рабочие температуры до 100 °C

На срок службы каждого генератора тепла, а также всей отопительной установки влияет водный режим.

Расходы на водоподготовку в любом случае ниже стоимости устранения повреждений отопительной установки.

## 1 Отопительные установки с рабочими температурами в соответствии с назначением до 100 °C (VDI 2035)

### 1.1 Предотвращение ущерба от накипеобразования

Многолетний опыт показывает, что для предупреждения повреждений не обязательно полностью предотвращать появление накипи. Поэтому руководящим документом VDI 2035, в зависимости от суммарной мощности котла отопительной установки,

допускается наличие в воде для наполнения определенного общего количества гидрокарбоната кальция, которое может попадать с водой в установку (см. также соответствующие пояснения в тексте оригинала соответствующего руководящего документа!).

В это общее количество заполняющей воды входят вода для первичного заполнения и подпитки, а также вода для нового заполнения (за исключением случая удаления накипи из водогрейного котла).

#### Меры со стороны сетевой воды

Для определения требуемых мер со стороны сетевой воды в установках водяного отопления можно действовать по следующим пунктам или по таблице на стр. 3. Для установок мощностью до 100 кВт, согласно руководящему документу VDI, специальные меры не нужны.

Для замены котла в существующих установках первоначальной мощностью выше 100 кВт и объемом воды в установке  $\geq 20$  л/кВт действительны требования для установок мощностью выше 100 кВт. Если в случае отопительных установок удельный объем установки составляет  $\geq 20$  л/кВт, (например, благодаря установке буферного нагревателя сетевой воды), то максимальное количество воды  $V_{\max}$  (также в случае установок мощностью  $< 100$  кВт) следует вычислять по уравнению из таблицы на стр. 3.

Для установок мощностью выше 100 кВт должны быть приняты следующие меры:

- а) Получение результатов анализа воды (например, из коммунального управления или с водопроводной станции) с указанием концентрации гидрокарбоната кальция. При отсутствии этих сведений концентрацию гидрокарбоната кальция  $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$  можно вывести из кислотности  $K_{S\ 4,3}$  (соответствует карбонатной жесткости) и содержания кальция (соответствует кальциевой жесткости) следующим образом:

Кислотность:

$$K_{S\ 4,3} \dots \dots \dots \text{моль/м}^3 \times 0,5 \\ = \dots \dots \dots \text{моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

или

$$\text{Карбонатная жесткость} \\ \dots \dots \dots \text{нем. град. жесткости} \times 0,18 \\ = \dots \dots \dots \text{моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Содержание кальция

$$\dots \dots \dots \text{мг/л} \times 0,025 \\ = \dots \dots \dots \text{моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

или

$$\text{Кальциевая жесткость} \\ \dots \dots \dots \text{нем. град. жесткости} \times 0,18 \\ = \dots \dots \dots \text{моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Меньшее из этих двух значений (в моль/м<sup>3</sup>) соответствует содержанию гидрокарбоната кальция и является определяющим для выполнения требований к воде для наполнения и подпитки.

Примеры:

1. Кислотность:  
 $K_{S\ 4,3} 7,0 \text{ моль/м}^3 \times 0,5 \\ = 3,5 \text{ моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
Содержание кальция:  
 $188 \text{ мг/л} \times 0,025 \\ = 4,7 \text{ моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
Результат по гидрокарбонату кальция: 3,5 моль/м<sup>3</sup>
2. Карбонатная жесткость  
 $11,2 \text{ нем. град. жесткости} \times 0,18 \\ = 2,0 \text{ моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
Кальциевая жесткость:  
 $12,3 \text{ нем. град. жесткости} \times 0,18 \\ = 2,2 \text{ моль/м}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
Результат по гидрокарбонату кальция: 2,0 моль/м<sup>3</sup>

На установках с суммарной мощностью котла выше 100 кВт необходимо измерять расход воды для наполнения и подпитки. Кроме того, следует вести записи периодичности подпитки, расхода воды и концентрации гидрокарбоната кальция при подпитке.

Выбор по мощности установки выше 100 кВт:

**б) Суммарная мощность котла > 100 – 350 кВт**

Если расчетная концентрация гидрокарбоната кальция  $C \leq 2$  моль/м<sup>3</sup>, дополнительные меры не нужны. При такой концентрации можно в целом заливать трехкратный объем установки. В остальном необходимо принять соответствующие меры по водоподготовке (или перейти к п. „г“).

**в) Суммарная мощность котла > 350 – 1 000 кВт**

Если расчетная концентрация гидрокарбоната кальция  $C \leq 1,5$  моль/м<sup>3</sup>, дополнительные меры не нужны. При такой концентрации можно в целом заливать трехкратный объем установки. В остальном необходимо принять соответствующие меры по водоподготовке (или перейти к п. „г“).

**г) Суммарная мощность котла выше 1 000 кВт**

(и менее мощные установки, если не выполняются предыдущие требования, т.е. если  $C > 2$  моль/м<sup>3</sup> или 1,5 моль/м<sup>3</sup>): По таблице на стр. 3 или диаграмме на стр. 4 на основании концентрации гидрокарбоната кальция и общей мощности котла определяется допустимый расход заливаемой воды (см. примеры на стр. 4).

Если этого объема воды достаточно для первичного заполнения и ожидаемой подпитки или нового заполнения, дополнительные меры не нужны. Если же допустимого объема воды недостаточно, необходимо принять соответствующие меры по водоподготовке или, после достижения допустимого объема воды, заливать только умягченную или обессоленную воду.

**Требования к сетевой воде**

Суммарная мощность водогр. котла установки [Q]	Концентр. гидрокарбоната кальция [Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] воды для наполнения и подпитки	Макс. допустимый расход воды для наполнения и подпитки [V <sub>max</sub> ]
$\dot{Q} \leq 100$ кВт	Нет требований* <sup>1</sup>	Нет требований* <sup>1</sup>
100 кВт < $\dot{Q} \leq 350$ кВт 350 кВт < $\dot{Q} \leq 1000$ кВт	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ≤ 2,0 моль/м <sup>3</sup> Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ≤ 1,5 моль/м <sup>3</sup>	V <sub>max</sub> [м <sup>3</sup> ] = 3-кратный объем установки (или расчет V <sub>max</sub> как в строке: 1 000 кВт < Q)
1000 кВт < Q	-----	V <sub>max</sub> [м <sup>3</sup> ] = $0,0313 \times \frac{\dot{Q} \text{ [кВт]}}{\text{Ca(HCO}_3)_2 \text{ [моль/м}^3\text{]}}$ * <sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> Для замены котла в существующих установках с первоначальным Q > 100 кВт и объемом воды в установке ≥ 20 л/кВт действуют требования, как для установок с Q > 100 кВт.

\*<sup>2</sup> Уравнение также применимо, если мощность отопительной установки < 100 кВт и удельный объем агрегата ≥ 20 л/кВт.

**Максимальный расход воды для наполнения в зависимости от мощности установки и концентрации гидрокарбоната кальция**

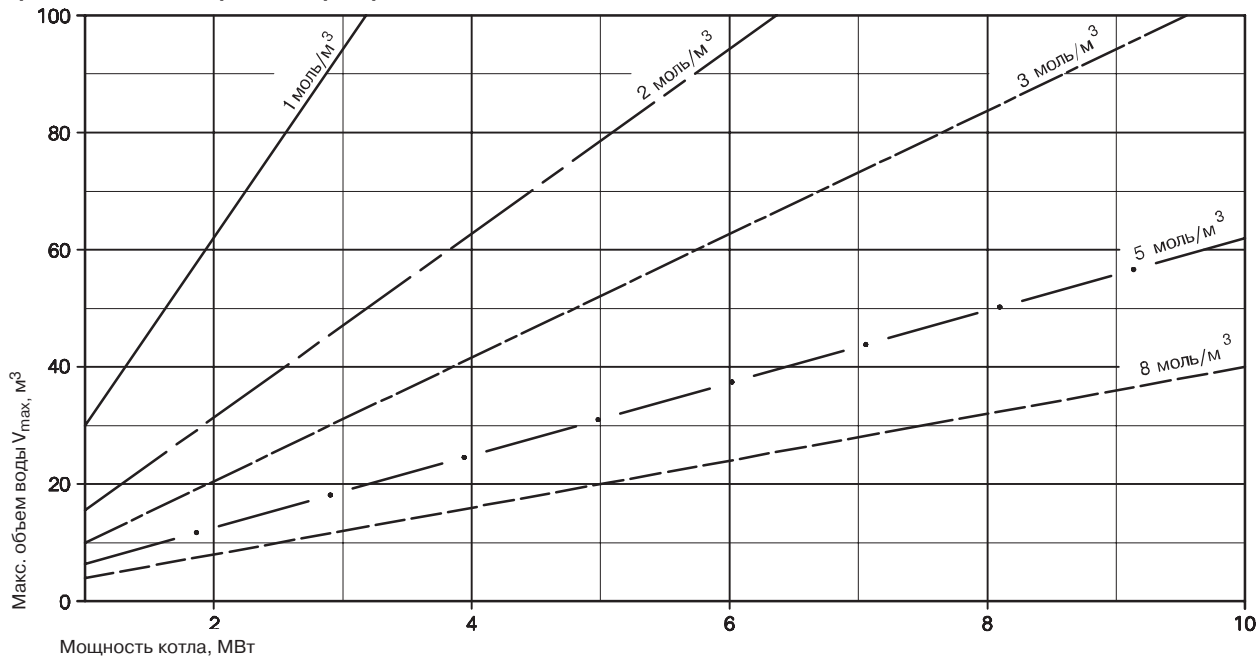
Концентрация [моль/м <sup>3</sup> ]	Мощность установки Q [кВт]														
	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	2000	
0,5													75,1	93,9	125,2
1,0													37,6	47,0	62,6
1,5													25,0	31,3	41,7
2,0					6,3	7,8	9,4	11,0	12,5	14,1	15,7	18,8	23,5	31,3	
2,5	1,9	2,5	3,1	3,8	5,0	6,3	7,5	8,8	10,0	11,3	12,5	15,0	18,8	25,0	
3,0	1,6	2,1	2,6	3,1	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4	9,4	10,4	12,5	15,7	20,9	
3,5	1,3	1,8	2,2	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	8,9	10,7	13,4	17,9	
4,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,0	7,8	9,4	11,7	15,7	
4,5	1,0	1,4	1,7	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	8,4	10,4	13,9	
5,0	0,9	1,3	1,6	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3	7,5	9,4	12,5	
5,5	0,9	1,1	1,4	1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	4,6	5,1	5,7	6,8	8,5	11,4	
6,0	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,6	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2	6,3	7,8	10,4	
6,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8	5,8	7,2	9,6	
7,0	0,7	0,9	1,1	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	5,4	6,7	8,9	

Промежуточные значения можно интерполировать.

■ В выделенной области необходимо придерживаться данных из выделенной строки таблицы „Требования к сетевой воде“.

# 1 ... Рабочие температуры до 100 °C

Максимальный объем воды  $V_{\max}$  для водогрейных котлов мощностью 1 МВт – 10 МВт и различных концентраций гидрокарбоната кальция



Примеры расчета максимального объема воды  $V_{\max}$  для водогрейного котла мощностью 1,5 МВт

**Пример 1:**

Питьевая вода г. Вюрцбурга  
Результаты анализа указаны  
в единице моль/м<sup>3</sup>

$$K_{S\ 4,3} = 7,0 \text{ моль/м}^3$$

$$C(\text{Ca}^{2+}) = 4,70 \text{ моль/м}^3$$

После сравнения в п. „а” на стр. 2  
получаем концентрацию гидрокарбоната  
кальция:  $C = 0,5 \cdot 7,0 = 3,5 \text{ моль/м}^3$

На основании этого вычисленного из  
кислотности  $K_{S\ 4,3}$  меньшего значения  
получаем по таблицам или диаграмме:

$$V_{\max} = 0,0313 \cdot \frac{1500}{3,5} = 13,4 \text{ м}^3$$

**Пример 2:**

Результаты анализа смешанной умягченной  
воды указаны  
в единице моль/м<sup>3</sup>

$$K_{S\ 4,3} = 5,6 \text{ моль/м}^3$$

$$C(\text{Ca}^{2+}) = 0,95 \text{ моль/м}^3$$

После сравнения в п. „а” на стр. 2 получаем  
концентрацию гидрокарбоната кальция:  
 $C = 0,95 \text{ моль/м}^3$

На основании этого меньшего значения  
концентрации ионов кальция получаем по  
таблицам или диаграмме:

$$V_{\max} = 0,0313 \cdot \frac{1500}{0,95} = 49,4 \text{ м}^3$$

**Пример 3:**

Питьевая вода г. Мюнхена  
Результаты анализа карбонатной и  
кальциевой жесткости указаны в устарев-  
шей единице „немецкий градус жесткости”

Карбонатная  
жесткость: 15,7 нем. град. жесткости  
Кальциевая  
жесткость: 11,9 нем. град. жесткости

Используя коэффициенты пересчета  
в п. „а” на стр. 2, получаем:

Карбонатная жесткость:  
15,7 нем. градуса жесткости  
 $= 0,18 \cdot 15,7 = 2,83 \text{ моль/м}^3$   
Кальциевая жесткость:  
11,9 нем. градуса жесткости  
 $= 0,179 \cdot 11,9 = 2,13 \text{ моль/м}^3$

Далее аналогично примеру 2.

Дополнительная информация содержит-  
ся в руководящем документе VDI 2035.

## 1.2 Предотвращение ущерба от коррозии, вызываемой водой

Коррозионная стойкость (по отношению к сетевой воде) металлических материалов, используемых в отопительных установках и генераторах тепла, основывается на отсутствии кислорода в отопительной воде. Кислород, который попадает в отопительную установку при первичном и последующих заполнениях, вступает в реакцию с материалами установки, не причиняя ущерба. Характерная черная окраска воды после некоторого времени эксплуатации указывает на то, что свободного кислорода в ней больше нет. Поэтому предписания, в особенности руководящий документ VDI 2035-2, рекомендуют проектировать и эксплуатировать отопительные установки таким образом, чтобы предотвращалось непрерывное поступление кислорода в отопительную воду.

Поступление кислорода во время эксплуатации может происходить только в следующих случаях:

- через проходные открытые расширительные сосуды
- вследствие разрежения в установке

- через газопроницаемые элементы конструкции

Закрытые установки, например, с мембранными расширительными сосудами при правильных размерах и правильном системном давлении обеспечивают хорошую защиту от проникновения кислорода воздуха в агрегат. Давление в любом месте отопительной установки, а также на стороне всасывания насоса и при любом рабочем режиме должно быть выше атмосферного давления. Давление на входе мембранного расширительного сосуда необходимо проверять по крайней мере при проведении ежегодного техобслуживания.

Следует избегать использования газопроницаемых элементов конструкции, например, диффузионно-проницаемых пластиковых труб в системах внутрипольного отопления. Если они все же используются, то следует предусмотреть разделение отопительных систем на отдельные контуры.

Благодаря теплообменнику из коррозионностойкого материала это должно обеспечить отделение воды, протекающей по пластиковым трубам, от других отопительных контуров, например, от генератора тепла.

Дополнительные меры по защите от коррозии не требуются в случае закрытой (с точки зрения коррозии) системы водяного отопления, для которой были учтены вышеупомянутые пункты. Если все же возникает опасность проникновения кислорода, то следует принять дополнительные меры по защите от коррозии, например, добавить кислородную связку сульфит натрия (с избытком 5 – 10 мг/л). Величина рН отопительной воды должна составлять 8,2 – 9,5.

Если отопительный контур содержит алюминиевые детали (например, алюминиевый теплообменник), подщелачивающие средства добавлять нельзя.

Более подробные сведения следует искать в руководящем документе VDI 2035-2.

## 2 Отопительные установки с допустимой температурой подачи выше 100 °C (Памятка Объединения союзов работников технического надзора 1466)

На срок службы всей отопительной установки влияет водный режим. Водоподготовка служит для предотвращения повреждения поверхности оборудования коррозией и накипью.

Согласно памятке Объединения союзов работников технического надзора 1466 о качестве воды водогрейных котлов отопительных установок, работающих при температурах подачи выше 100 °C, для таких установок действительно следующее.

### Работа на оборотной воде с малым содержанием солей

В качестве воды для наполнения и подпитки может использоваться только вода с малым содержанием солей - обессоленная вода, фильтрат или конденсат.

В системах со смешанной конденсацией малое содержание солей в воде, как правило, устанавливается само собой, если котловая вода не возвращается на подщелачивание.

### Работа на солесодержащей воде

Использовать в качестве воды для наполнения и подпитки по возможности воду с низким содержанием солей, освобожденную, как минимум, от щелочных земель (умягченную).

		с малым содержанием солей		солесодержащая
Электропроводность при 25 °C	мкСм/см	10 – 30	> 30 – 100	> 100 – 1500
Общие требования		прозрачность, отсутствие осадка		
pH при 25 °C		9 – 10 <sup>*1</sup>	9 – 10,5 <sup>*1</sup>	9 – 10,5 <sup>*1</sup>
Кислород (O <sub>2</sub> )	мг/л	< 0,1 <sup>*2</sup>	< 0,05 <sup>*2</sup>	< 0,02 <sup>*2 *3</sup>
Щелочные земли (Ca + Mg)	ммоль/л	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Фосфат (PO <sub>4</sub> ) <sup>*1</sup>	мг/л	< 5 <sup>*4</sup>	< 10 <sup>*4</sup>	< 15
При использовании кислородных связок:				
Сульфит натрия (Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) <sup>*5</sup>	мг/л	—	—	< 10

<sup>\*1</sup> При необходимости соблюдения требований Положения о питьевой воде и Положения о подготовке питьевой воды не допускать превышения pH 9,5 и концентрации PO<sub>4</sub> 7 мг/л.

<sup>\*2</sup> При продолжительном режиме работы обычно устанавливаются намного меньшие значения.

<sup>\*3</sup> При использовании подходящих неорганических ингибиторов коррозии концентрация кислорода в оборотной воде может составлять до 0,1 мг/л.

<sup>\*4</sup> Для водогрейных котлов фирмы Viessmann соблюдать нижний предел концентрации фосфата, равный половине максимального значения 2,5 или 5 мг/л PO<sub>4</sub>.

<sup>\*5</sup> Не исключается возможность использования других подходящих продуктов. При этом учитывать соответствующие руководящие указания поставщика.

В памятке Объединения союзов работников технического надзора 1466 обращается внимание на то, что в продаже имеются и другие химикаты, используемые в качестве кислородных связок, в состав которых могут входить следующие биокатализаторы:

- аскорбиновая кислота
- карбогидразид
- диэтилгидроксиламин
- гидрохинон
- метилэтилкетоксим
- таннины

В условиях работы котла здесь могут, однако, образовываться продукты окисления, деления и превращения, что требует осторожности при использовании вышеназванных химикатов. Более подробные сведения приведены в упомянутом руководящем документе.

## 3 Парогенератор

### (Памятка Объединения союзов работников технического надзора 1453)

Тщательно спроектированная, выполненная и контролируемая система подготовки питательной воды котла, как ответственный компонент котельной установки, обеспечивает бесперебойное и экономичное производство пара. Уменьшая потери при продувке по шламу, предотвращая коррозию паро- и конденсатопроводов и препятствуя накипеобразованию в парогенераторе, она способствует продлению срока службы парогенератора, паро- и конденсатопроводов, а также соответствующей арматуры.

Требования к питательной воде котла и котловой воде изложены в Памятке Объединения союзов работников технического надзора 1453.

Сырая вода в состоянии при поставке, как правило, непригодна в качестве питательной воды котла. Способ подготовки питательной воды котла определяется свойствами сырой воды. Поскольку эти свойства могут изменяться, необходимо время от времени проводить проверки – как минимум, измерять общую жесткость воды.

Для учета объема воды для подпитки, добавляемой в возвращаемый конденсат, в линии подачи воды после системы подготовки питательной воды котла должен быть установлен подходящий счетчик воды, позволяющий также косвенно контролировать количество отбираемого пара.

### 3 Парогенератор

#### 4 Периоды простоя/защита от замерзания

В любом случае целесообразно возвращать в бак питательной воды как можно больше конденсата. При необходимости конденсат должен подготавливаться таким образом, чтобы он соответствовал требованиям к питательной воде котла (согласно нижеприведенной таблице).

Эти требования, включая требования к котловой воде, говорят о том, что, в зависимости от качества сырой воды и

расхода воды для подпитки, должна быть предусмотрена подходящая установка для водоподготовки – как минимум, установка для снижения жесткости воды, а в баке питательной воды или в подающей линии к нему – возможность добавления кислородных связок (возможно, подщелачивающих средств и фосфатов). Контроль выполнения требований осуществляется измерением с помощью

подходящих, по возможности несложных приборов (в зависимости от режима работы ежедневно или еженедельно). Эти результаты измерений, получающийся расход воды для подпитки, расход химикатов и проводимые работы по техническому обслуживанию заносятся в эксплуатационный журнал, чтобы на основе этих данных можно было всегда обеспечить оптимальный режим эксплуатации.

#### Требования к соледержащей питательной воде котла

Доп. рабочее избыточное давление	бар	≤ 1	> 1 – ≤ 22
Общие требования		бесцветная, прозрачная, свободная от нерастворившихся веществ	
pH при 25 °C		> 9	> 9
Проводимость при 25 °C	мкСм/см	важны только ориентировочные значения для котловой воды	
Сумма щелочных земель (Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> )	ммоль/л	< 0,015	< 0,010
Кислород (O <sub>2</sub> )	мг/л	< 0,1	< 0,02
Углекислота (CO <sub>2</sub> ) связанная	мг/л	< 25	< 25
Железо, всего (Fe)	мг/л	—	< 0,05
Медь, всего (Cu)	мг/л	—	< 0,01
Окисляемость (Mn VII → Mn II) как KMnO <sub>4</sub>	мг/л	< 10	< 10
Масла, жиры	мг/л	< 3	< 1

#### Требования к котловой воде из соледержащей питательной воды котла

Доп. рабочее избыточное давление	бар	≤ 1	> 1 – ≤ 22
Общие требования		бесцветная, прозрачная, свободная от нерастворившихся веществ	
pH при 25 °C		8,5 – 11	10,5 – 12
Кислотность (K <sub>S 8,2</sub> )	ммоль/л	1 – 12	1 – 12
Проводимость при 25 °C	мкСм/см	< 5 000	< 10 000
Фосфат (PO <sub>4</sub> )	мг/л	10 – 20	10 – 20

Дозировка фосфата рекомендуется, но не всегда бывает необходима.

Пересчет: 1 моль/м<sup>3</sup> = 5,6 немецкого градуса жесткости; 1 нем. градус жесткости = 0,179 моль/м<sup>3</sup>; 1 мг-экв/кг = 2,8 нем. градуса жесткости

В качестве альтернативы эксплуатации котла на соледержащей питательной воде котла возможна его эксплуатация на обессоленной питательной воде котла.

Дополнительная информация содержится в Памятке Объединения союзов работников технического надзора 1453.

#### 4 Периоды простоя/защита от замерзания

При выводе котельных установок из эксплуатации на длительное время рекомендуется заполнить установки водой, добавив в воду кислородную связку, чтобы связать находящийся в воде кислород. Водогрейный котел необходимо при этом, однако, держать под давлением.

Другая возможность заключается в сухой консервации, которую рекомендуется проводить при выводе котельной установки из эксплуатации на срок более 4 недель.

Отопительные установки, работающие не постоянно, могут предохраняться от замерзания добавлением в сетевую воду антифриза. Изготовитель антифриза должен дать гарантию, что его средство не вызовет коррозию системы отопления и что оно совместимо с употребительными прокладочными материалами (эластомерами и т.д.). Рекомендуется одновременно с антифризом добавлять в сетевую воду кислородную связку. Антифриз можно использовать как в открытых, так и в закрытых установках макс. до 120 °C.

Дополнительная информация содержится в Памятках Объединения союзов работников технического надзора 1453 и 1466.

Viessmann Werke GmbH & Co  
D-35107 Allendorf

Представительство в Москве  
Ул. Вешних Вод 64  
Россия - 129339 Москва  
Тел. (факс): (095) 182 46 92

Представительство в Санкт-Петербурге  
Ул. Торжковская 5  
Россия - 197342 Санкт-Петербург  
Тел. (факс): (812) 242 01 63 или 246 60 52

