



Водоподготовка для отопительных установок с приготовлением горячей воды

Лица, ответственные за эксплуатацию котла, должны понимать, что не существует идеально чистой воды, которая годилась бы для передачи тепла без предварительной водоподготовки. Поэтому следует уделять особое внимание качеству воды, водоподготовке и, прежде всего, контролю за ее текущим состоянием,

чтобы обеспечить экономичную и безотказную работу установки. При этом необходимость проведения водоподготовки на отопительных установках надо рассматривать не только с точки зрения безаварийной работы, но также в целях экономии энергии и сохранения всего оборудования в целом. Проведение водо-

подготовки является важным фактором в повышении экономичности, надежности, долговечности и, не в последнюю очередь, для поддержания постоянной эксплуатационной готовности отопительной установки.

Термины

- **Образование накипи**
это образование прочных отложений на контактирующих с водой стенках труб в системах водяного отопления и контуре ГВС. Отложения состоят из веществ, входящих в состав воды, в основном из карбоната кальция
- **Вода в греющем контуре**
это вся вода, циркулирующая в первичном контуре отопительной установки, с целью нагрева.
- **Вода для заполнения котла**
это вода, которой первый раз заполняют греющий контур всей отопительной установки и которая затем подвергается нагреву в котле.
- **Подпиточная вода**
вода, которую добавляют после первого нагрева в греющий контур.
- **Рабочая температура**
температура воды на выходе из теплогенератора в подающей линии при бесперебойной работе установки.
- **Объем воды $V_{\text{макс}}$**
это объем воды, которым в зависимости от концентрации $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и общей мощности котла Q может быть заполнена установка без повреждений теплогенератора. Чем ниже концентрация $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в воде, тем больше объем воды $V_{\text{макс}}$
- **Закрытые коррозионноустойчивые системы** - отопительные установки, в которых нет доступа кислорода к воде в греющем контуре.

Предотвращение повреждений от образовании накипи

Для отопительных установок, используемых по назначению с рабочими температурами ниже 100 °С, действуют требования рекомендаций VDI 2035, лист 1, издание - сентябрь 1994.

Накипь, т.е. прочные отложения карбоната кальция в отопительных котлах, может привести к местному перегреву, что приводит, в свою очередь, к образованию трещин. Кроме того, ухудшение

теплопередачи может повлечь за собой существенное снижение теплопроизводительности и, как следствие, рост потерь с дымовыми газами. Иногда появляются звуки кипения воды.

Требования к воде для заполнения котла, подпиточной воде и воде в греющем контуре

К воде для заполнения и подпиточной воде предъявляются требования в зависимости от общей теплопроизводительности котла и объема воды в отопительной установке.
Если имеющаяся вода не удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице, то необходимо провести водоподготовку или вычислить максимальное количество воды $V_{\text{макс}}$ (см. пример 1).

Общая теплопроизводительность котла, кВт	Концентрация $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в воде для заполнения и подпиточной воде, моль/м ³	Максимальный объем воды для заполнения и подпиточной воды $V_{\text{макс}}$, м ³ (см. раздел Объем воды $V_{\text{макс}}$), м ³	Показатель pH воды в греющем контуре
$Q \leq 100$	требования отсутствуют ^{1) 2)}	$V_{\text{макс}}$: требования отсутствуют	
$100 \leq Q \leq 350$ ³⁾	$\leq 2,0$	$V_{\text{макс}} = \text{трехкратный объем воды в установке}$	8,2 - 9,5
$350 \leq Q \leq 1000$	$\leq 1,5$		
$100 \leq Q \leq 350$ ³⁾	$> 2,0$	$V_{\text{макс}} = 0,0313 \times \frac{Q \text{ (кВт)}}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ (моль/м}^3\text{)}}$	8,2 - 9,5
$350 \leq Q \leq 1000$ ³⁾	$> 1,5$		
$Q > 1000$	-		

¹⁾ Для замены котла в существующих установках с первоначальной $Q > 100$ кВт и объемом воды ≥ 20 л/кВт действуют требования для установок с $Q > 100$ кВт.
²⁾ Для теплогенераторов из алюминия можно применять водопроводную воду без проведения водоподготовки (без умягчения и без добавления химикатов). Соблюдать требования к показателю pH не требуется.
³⁾ При превышении необходимого максимального объема воды для заполнения и подпиточной воды, в теплогенераторах из алюминия рекомендуется разделить систему, установив теплообменник. Тогда в котловом контуре можно использовать неочищенную воду из водопровода (без умягчения и добавления химикатов). Соблюдать требования к показателю pH не требуется.

Концентрацию гидрокарбоната кальция можно узнать в организации, занимающейся водоснабжением. Если таких сведений в анализе воды не содержится, концентрацию гидрокарбоната кальция $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ можно рассчитать, исходя из карбонатной жесткости и жесткости кальция или из кислотной мощности KS4,3 и ионов кальция:



Пример 1:

Расчет $V_{\text{макс}}$ - максимально допустимого объема воды для заполнения и подпитки отопительной установки с общей теплопроизводительностью котла \dot{Q} 1,5 МВт.

Карбонатная жесткость и жесткость кальция в устаревших единицах измерения $^{\circ}\text{dH}$

Карбонатная жесткость: 15,7 $^{\circ}\text{dH}$ Жесткость кальция: 11,9 $^{\circ}\text{dH}$

Из карбонатной жесткости получается:

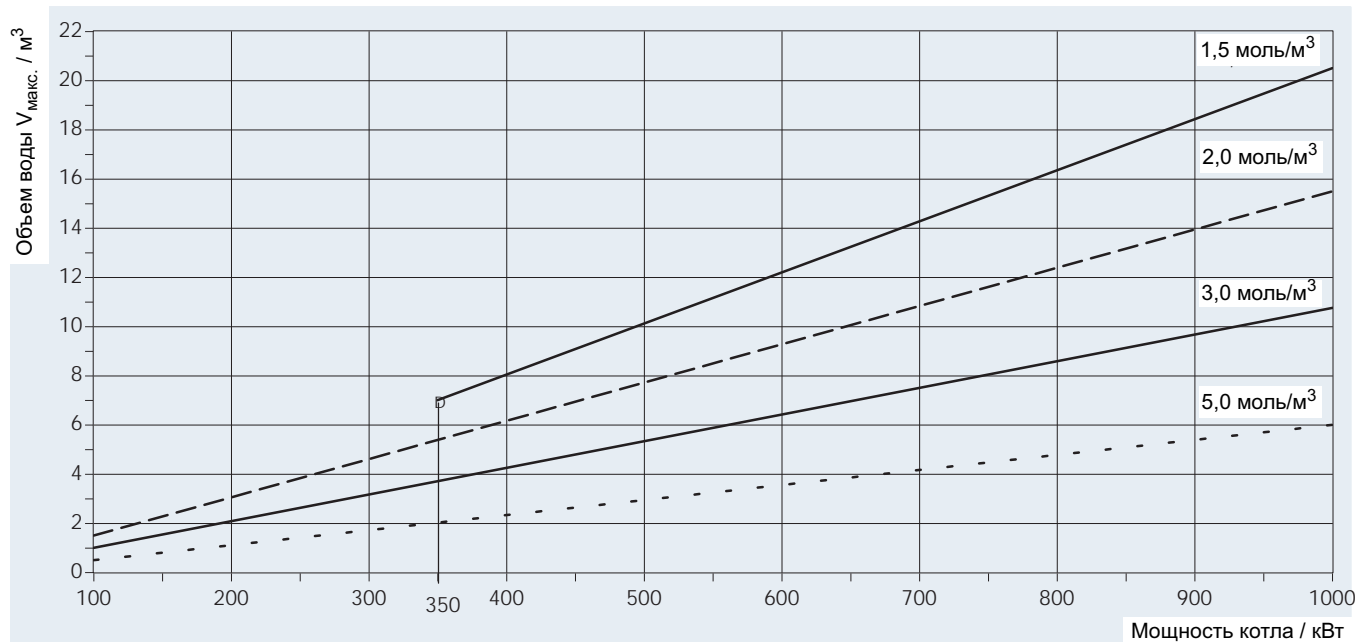
$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 15,7 \text{ }^{\circ}\text{dH} \times 0,179 = 2,81 \text{ моль/м}^3$$

Из жесткости кальция получается:

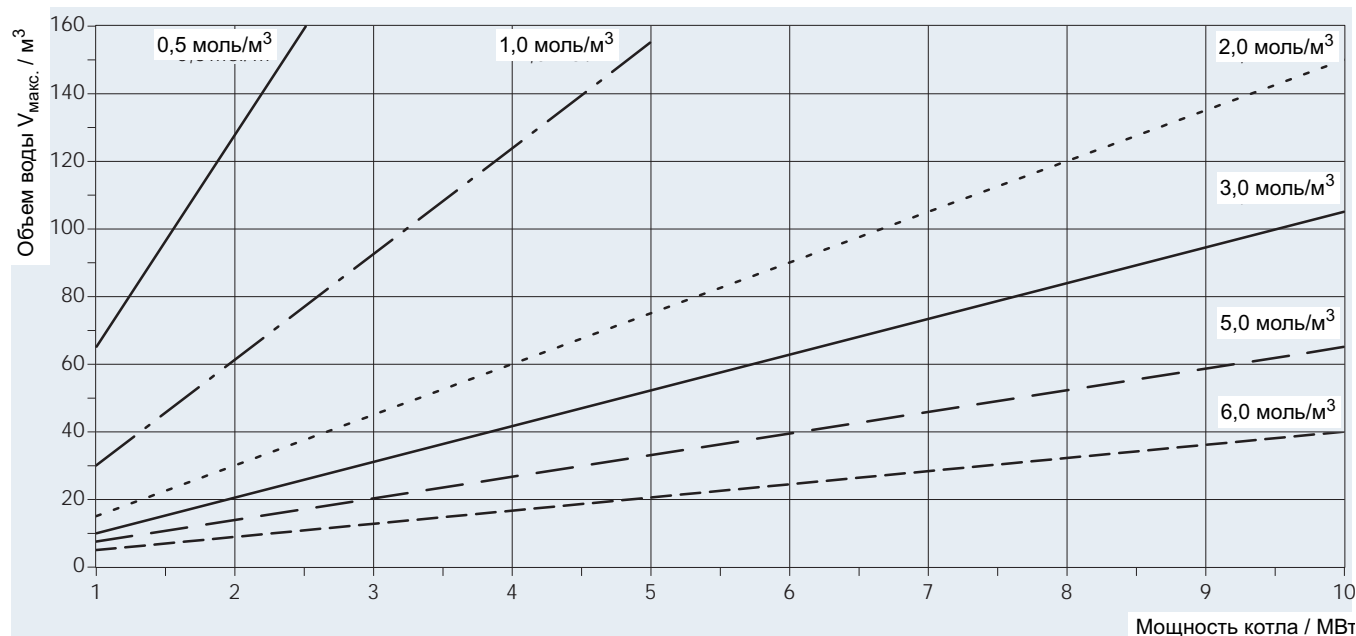
$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 11,9 \text{ }^{\circ}\text{dH} \times 0,179 = 2,13 \text{ моль/м}^3$$

Исходя из самого низкого значения, т.е. определенного по жесткости кальция, рассчитывается максимально допустимый объем воды $V_{\text{макс}}$

$$V_{\text{макс}} = 0,0313 \times \frac{1500 \text{ кВт}}{2,13 \text{ моль/м}^3} = 22 \text{ м}^3$$

Объем воды $V_{\text{макс}}$ 

Расчетный объем воды $V_{\text{макс}}$ для котлов $\dot{Q} > 100$ кВт до $\dot{Q} = 1000$ кВт и различных концентраций $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, моль/м³



Расчетный объем воды $V_{\text{макс}}$ для котлов $\dot{Q} > 1$ МВт до $\dot{Q} = 10$ МВт и различных концентраций $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, моль/м³



Определение объемов воды для заполнения и подпитки

Для отопительных установок с общей теплопроизводительностью котла > 100 кВт нужно записывать в рабочем журнале рядом с объемом воды для заполнения и подпитки концентрацию гидрокарбоната

кальция. При отклонении концентрации $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в воде для заполнения или подпитки от той концентрации $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, которая учитывалась при расчете $V_{\text{макс}}$, общий объем воды корректируется в

рабочем журнале поправочным коэффициентом.

РАБОЧИЙ ЖУРНАЛ

Данные отопительной установки (тип/мощность):

Дата пуска в эксплуатацию:

	Дата	Максимальный объем воды $V_{\text{макс}}$: м ³ при концентрации $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$:				Общий объем воды	Подпись
		Объем воды (измеренный) м ³	Концентрация $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ¹⁾ моль/м ³	Скорректированный объем воды м ³	моль/м ³		
Вода для заполнения котла							
Подпиточная вода							

¹⁾ в воде для заполнения и подпитки

Внимание!

Превышение общего объема воды над расчетным $V_{\text{макс}}$ может привести к повреждениям теплогенератора. После достижения максимального объема воды $V_{\text{макс}}$ можно добавлять только полностью умягченную воду или полностью обессоленную воду или следует провести мероприятия по удалению известковых отложений из теплогенератора

Поправочный коэффициент

Поправочный коэффициент определяется на месте пересечения горизонтальной строки со значением $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ для расчета $V_{\text{макс}}$ и вертикального столбца со значением $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в воде для заполнения и подпиточной воде.

Расход воды для заполнения x поправочный коэффициент = скорректированный объем воды.

Общий объем воды + скорректированный объем воды = новый общий объем воды

Значение $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ для расчета $V_{\text{макс}}$ моль/м ³	Значение $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ воды для заполнения или подпиточной воды										
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0,3	1,0	1,7	3,3	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	16,7
0,5	0,6	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1,0	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
1,5	0,2	0,3	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3
2,0	0,1	0,3	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5
2,5	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
3,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7
3,6	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4
4,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
4,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1
5,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0



Предотвращение повреждений от коррозии

Наличие коррозии в отопительной установке может привести к нарушению ее нормальной работы. Коррозионные повреждения могут быть определены по образованию пробок, булькающим как при кипении звукам, нарушению циркуляции, сквозной коррозии, уменьшению теплопроизводительности и образованию трещин.

Такие явления происходят обычно в тех случаях, когда в воду греющего контура постоянно попадает кислород. Для предотвращения этих процессов установка должна быть выполнена в виде закрытой коррозионноустойчивой системы.

Для такой закрытой системы выбор материалов имеет очень важное значение.

Для подщелачивания воды в греющем контуре до pH 8,2 - 9,5 мы рекомендуем добавлять такие химикаты, как тринарийфосфат, если в отопительной установке нет деталей из алюминия.

Если нет возможности создать закрытую коррозионноустойчивую установку, то для защиты от коррозии необходимо провести подготовку воды греющего контура. Наряду с применением обессоленной воды можно в воду греющего контура добавить химикаты, которые связывают кислород или образуют защитный антикоррозионный слой.

В теплогенераторах из алюминия нельзя использовать химикаты, для них нужно разделить систему на независимые контуры.

Для обеспечения предусмотренного срока службы отопительной установки необходимо проводить регулярные технические осмотры. Наряду с проверкой давления в отопительной установке нужно проверять показатель pH для воды в греющем контуре и, если требуется, проводить ее подщелачивание.

При добавлении в отопительную установку антикоррозионных средств вода в греющем контуре должна пройти проверку на соответствие параметрам производителя котла. При необходимости следует провести корректирующие мероприятия. Отопительные установки, работающие с применением антифриза, должны пройти проверку на соответствие параметрам производителя.

Нормативные документы по качеству воды

- Рекомендации VDI 2035 "Предотвращение повреждений в отопительных установках с приготовлением горячей воды"
- Инструкция BDH "Предотвращение повреждений вследствие образования накипи в отопительных установках с приготовлением горячей воды"
- "Справочник по отопительной технике" фирмы Будерус

Примечание

По всем вопросам, связанным с водоподготовкой, мы рекомендуем обращаться в специализированные фирмы. Филиалы Buderus Heiztechnik GmbH по запросу предоставляют информацию о таких фирмах и рекомендации по соответствующим товарам.