

Водоподготовка в котельных установках Правила эксплуатации

DEUTSCHE BABCOCK

BABCOCK - OMNICAL-
INDUSTRIEKESSEL GMBH

Каждый эксплуатационник котла должен считаться с тем фактом, что для передачи теплоты и для получения пара чистой воды в качестве среды нет. Он должен уделить особое внимание качеству воды, водоподготовке и, прежде всего, контролю для обеспечения экономичной и бесперебойной работы своей установки. Чистота воды постоянно снижалась вследствие растущей индустриализации. Постоянно увеличивающийся расход воды требует её забор с природных источников и часто с довольно разным составом. Подготовка этой воды всё чаще становится необходимой и, к сожалению, всё больше увеличивается число технологических ступеней её обработки. Технический прогресс ведёт к всё высшим давлениям, температурам и коэффициентам полезного действия, а значит и к вынужденно более высоким требованиям к качеству воды. Водоподготовку для отопительных и паровых котлов нужно рассматривать не только с точки зрения бесперебойной работы, но и с точки зрения сохранения стоимости общей установки. В Технических правилах по паровым котлам делается ссылка на необходимость водоподготовки.

Так нормы TRD 001 предписывают "целесообразную подготовку и контроль питательной и котловой воды", в то время как TRD 601 гласят "при установке, однако не позднее чем перед первоначальным вводом в эксплуатацию парового котла, подлежит проверке, пригодна ли имеющаяся вода для питания котла". Соответствующие мероприятия, разные по своей природе в зависимости от вида котельной установки, от режима работы и качества воды, должны быть поэтому включены уже во время планирования установки.

Предупреждение коррозии и образования накипи в установках водяного отопления

Указания по предупреждению коррозии и образования накипи содержатся в руководящей линии VDI 2035 "Противокоррозионная защита в установках водяного отопления" и в памятке VdTÜV/AGFW, в руководящих линиях по циркуляционной воде в установках по получению горячей и перегретой воды, поскольку это касается их сфер действия. Для надёжной эксплуатации водогрейных котлов циркуляционная вода должна удовлетворять определённым требованиям. На эти требования оказывают влияние

- конструкция водогрейного котла,
- качество питательной и добавочной воды,
- условия эксплуатации.

Системы перегретой воды работают с бедной солями или солесодержащей водой. Многолетний опыт эксплуатации показал, что режим работы с бедной солями водой имеет преимущества, так как уменьшаются проблемы из-за обусловленной кислородом коррозии. Следовательно, при работе с бедной солями циркуляционной воде может быть упрощено кондиционирование и можно в значительной мере отказаться от применения кислородных связующих.

Водоподготовка в паровых котельных установках

Качеству питательной и котловой воды в паровых котельных установках должно быть уделено особое и повышенное внимание вследствие их принципа функционирования. Мероприятия, которые могут стать соответственно необходимыми, очень разные и обуславливаются установкой и поэтому не могут рассматриваться в настоящих указаниях. Какая именно водоподготовка нужна или целесообразна, можно будет определить только с помощью анализа воды или на основании точных сведений об условиях эксплуатации. Результаты анализа воды может подготовить специализирующаяся на анализах воды лаборатория (например, наша собственная лаборатория).

Руководящие линии по качеству воды

Разные союзы, также Объединение Технадзора, опубликовали руководящие линии по качеству циркуляционной воды в установках для получения горячей и перегретой воды, по качеству котловой питательной воды и котловой воды, а также по мероприятиям противокоррозионной защиты. Сегодняшнему уровню техники отвечают в т.ч. следующие руководящие линии:

1. Установки для получения перегретой воды
 - TRD 612: "Вода для водогрейных котлов групп II-IV"
 - Руководящая линия VDI 2035: "Противокоррозионная защита в установках водяного отопления"
 - Памятка VdTÜV TCh 1466/памятка AGFW 5/15: Руководящие линии по циркуляционной воде в установках для получения горячей и перегретой воды
 - VGB-M 410 N: "Требования к качеству теплофикационной воды"

Наименования и пересчёты

Наименование/измерение	Новое наименование/ измерение
1. Жёсткость	
Общая жёсткость	Сумма щёлочных земель (соединения Ca и Mg) ммоль/л
Карбонатная жёсткость	Связанные с гидрокарбонатом (HCO ₃) щёлочные земли ммоль/л
Некарбонатная жёсткость	Несвязанные с гидрокарбонатом щёлочные земли ммоль/л
1 °d = 0,36 мг-экв/л	= 0,179 ммоль/л
2. Щёлочность	
Величина p	Кислотность до величины pH 8,2 (SK 8,2) ммоль/л
Величина m	Кислотность до величины pH 4,3 (SK 4,3) ммоль/л
Величина p в	SK 8,2 в ммоль/л
Величина m в	SK 4,3 в ммоль/л
3. Фосфат	0,0070 ммоль/л
4. Углекислота	0,0227 ммоль/л
5. Железо	0,0179 ммоль/л
6. Медь	0,0157 ммоль/л
7. Кремневая кислота	0,0166 ммоль/л
8. Расход марганцовокислого калия	0,0063 ммоль/л

2. Установки для получения пара

- TRD 611: "Питательная вода и котловая вода паровых котлов группы IV"
- Памятка VdTÜV TCh 1453: Руководящие линии по питательной воде, котловой воде и пару паровых котлов с допустимым рабочим избыточным давлением до 68 бар
- VGB-R 405 L: Руководящая линия по котловой питательной воде, котловой воде и пару паровых котлов с допустимым рабочим избыточным давлением выше 68 бар.

Соответственно имеют силу последние издания названных руководящих линий.

О применении и выборе подходящих корректирующих химикатов должно быть принято решение в каждом конкретном случае. Это правило в особенности действует для пленкообразующих аминов для предотвращения накипи.

Если другие условия категорически согласовываться не будут, то приведенные на нижеследующих страницах значения по требованиям к качеству воды являются составной частью наших гарантийных обязательств.

За повреждения, вызванные неправильным применением корректирующих химикатов, мы ответственности не несём.

Консервация на период останова

Все части установки подлежат обязательной сухой или мокрой консервации с водяной стороны на период останова.

Необходимые для консервации мероприятия зависят от таких разных влияний как продолжительность останова и конструкция установки.

Водогрейный котёл низкого и высокого давления с максимально допустимой температурой воды на входе более 100°C

Ориентировочные значения для циркуляционной воды				
Эл.проводимость при 25°C	µСм/см	бедна солями		солеосодержащая
		10 - 30	> 30 - 100	>100 - 1500
Общие требования:	—	чистая, без осадочных отложений		
Величина pH при 25°C	—	9 - 10 ¹⁾	9 - 10,5 ¹⁾	9 - 10,5 ¹⁾
Кислород (O ₂)	мг/л	< 0,1 ²⁾	< 0,05 ²⁾	< 0,02 ²⁾³⁾
Щелочные земли (Ca + Mg)	ммоль/л	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Фосфат (PO ₄) ¹⁾	мг/л	< 5 ⁴⁾	< 10 ⁴⁾	< 15
С применением кислородных связующих:				
Гидразин (N ₂ H ₄) ⁵⁾	мг/л	0,3 - 3	0,3 - 3	0,3 - 3
Сульфит натрия (Na ₂ SO ₃)	мг/л	—	—	<10

- 1) Если должны быть соблюдены положения постановлений о чистоте питьевой воды/ постановлений о подготовке питьевой воды, то не должны быть превышены величина pH 9,5 и концентрация PO₄ 7 мг/л.
- 2) В непрерывном режиме обычно устанавливаются значительно низшие значения
- 3) Если будут применяться подходящие неорганические ингибиторы коррозии, то концентрация кислорода в циркуляционной воде может составлять до 0,1 мг/л.
- 4) Для водогрейных котлов, имеющих поверхности нагрева с дымогарными трубами, например, жаротрубно-дымогарный котёл, в качестве наименьшей концентрации фосфата нужно выдерживать половину максимального значения PO₄ от 2,5 до 5 мг/л.
- 5) Только для систем отопления без прямого нагрева питьевой воды.
При использовании гидразина подлежат соблюдению TRGS 608 и TRGA 550.

Питательная и добавочная вода
Для первичного наполнения установки и в качестве добавочной воды должна использоваться вода обязательно очищенная от щелочных земель (умягчённая). Это должно быть достигнуто путём умягчения питательной воды и/или путём последующей обработки добавочной воды.

Паровой котёл низкого и высокого давления
Ориентировочные значения для качества питательной и котловой воды

Ориентировочные значения для качества питательной воды								
Предусловие		Газотрубный котёл				Циркуляционный котёл		
		солеосодержащая		обессоленная		+ Впрыскиваемая вода ¹⁾		+ Впрыскиваемая вода ¹⁾
Рабочее избыточное давление	бар	<= 1	>1 - 22	> 22 - 68	<= 68	<= 44	>44 - 68	> 68
Общие требования		прозрачная, бесцветная, свободная от нерастворившихся веществ						
Величина pH при 25°C		9,0 - 9,3	9,0 - 9,3	9,0 - 9,3	9,0 - 9,3 ²⁾	9,0 - 9,3	9,0 - 9,3	9,0 - 9,3 ¹⁾
Проводимость при 25°C	µСм/см	решающими являются только ориентировочные значения для котловой воды						
Проводимость при 25°C за сильнокислотным катионообменником	µСм/см	—	—	—	< 0,2	—	—	< 0,2
Сумма щелочных земель (Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺)	ммоль/л	< 0,015	< 0,01	< 0,01	—	< 0,01	< 0,01	—
Общая жёсткость	°dH	< 0,1	< 0,05	< 0,05	—	< 0,05	< 0,05	—
Кислород (O ₂)	мг/л	< 0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,1
	мг/л	< 25	< 25	< 15	—	< 25	< 15	—
Железо (Fe)	мг/л	—	< 0,05	< 0,03	< 0,02	< 0,05	< 0,03	< 0,02
	мг/л	—	< 0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,01	< 0,005	< 0,003
Кремневая кислота (SiO ₂)		решающими являются только ориентировочные значения для котловой воды			< 0,02	решающими являются только ориентировочные значения для котловой воды		< 0,02
Натрий (Na)	мг/л	—	—	—	—	—	—	< 0,01
Окисляемость (Mn ^{VI} →Mn ^{II}) как KMnO ₄	мг/л	< 10	< 10	< 10	< 3	< 10	< 10	< 3
Масло, жир	мг/л	< 3	< 1	< 1	п.п.	< 1	< 1	п.п.

Внимание!
Вследствие дополнений или нового изложения сборника правил значения в таблицах могут претерпеть изменения.

1) Во впрыскиваемой воде могут присутствовать лишь летучие средства подщелачивания!
2) Согласно TRD 611 не рекомендуется использовать для газотрубных котлов гидроксид натрия и калия в качестве твёрдого средства подщелачивания из-за возможной коррозии в местах образования трещин, а вместо этого следует пользоваться тринатрийфосфатом.

п.п.=не обнаружено

Ориентировочные значения для качества котловой воды

Предусловие	Рабочее избыточное давление, бар	Газотрубный котёл			Циркуляционный котёл ¹⁾³⁾					
		Режим насыщенного пара	Режим перегретого пара	Обессоленная питательная вода	<= 22 ²⁾	> 22 - 44	> 44 - 68	> 68 - 87 ⁴⁾	> 87-136 ⁴⁾	
Общие требования		прозрачная, бесцветная, свободная от нерастворившихся веществ								
Величина pH при 25°C		10,5-12,0	10,5-12,0	10,0-11,8	9,5-10,5	10,5-12,0	10,0-11,8	10,0-11,0	9,5-10,5	9,8 - 10,2
Проводимость при 25°C	µСм/см	< 5000	< 10000	< 5000	< 300	< 10000	< 500	1000	< 300	—
	µСм/см	—	—	—	—	—	—	—	—	< 50
	ммоль/л	1 - 5	1 - 15	0,5 - 6	0,05 - 0,3	1 - 12	0,5 - 6	0,1 - 1,0	—	—
		—	< 150	< 80	< 10	в зависимости от ступени давления по таблице 1 + 2				
	мг/л	10 - 20	10 - 20	5 - 15	2 - 6	10 - 20	5 - 15	5 - 15	2 - 6	2 - 6

- 1) Если будет использоваться обессоленная питательная вода с проводимостью < 0,2 µСм/см (измеряно за пробоотборным катионообменником), то для всех циркуляционных котлов должны браться ориентировочные значения ступени давления > 87 бар.
 2) Для паровых котлов с пароперегревателем ступени давления <= 22 бар должны применяться ориентировочные значения котловой воды ступени давления > 22-44 бар.
 3) При локальных плотностях потоков теплоты > 250 кВт/м² рекомендуется режим с обессоленной питательной водой.
 4) При соблюдении ориентировочных значений питательной воды для обессоленного режима работы и с предположением того, что в котловой воде может выдерживаться проводимость (за пробоотборным катионообменником) при < 5 µСм/см при локальных плотностях тепловых потоков < 250 кВт/м² и < 3 µСм/см при локальных плотностях тепловых потоков > 250 кВт/м², то как альтернатива допускается подщелачивание питательной воды исключительно летучими средствами подщелачивания.

Соблюдение ориентировочных значений по кислороду для паровых котлов весьма важно. Способ удаления кислорода в таблицу не включён согласно руководящей линии VdTÜV. Будет ли это осуществляться химическим, тепловым или химически-тепловым способом, зависит от величины установки и от условий эксплуатации.

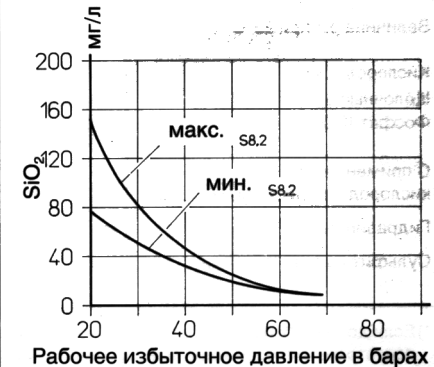
Комплексонообразователи, например, EDTA (этилендиаминтетрауксусная кислота) и NTA (нитрилтриуксусная кислота) могут предотвращать образование отложений, содержащих щёлочные земли и тяжёлые металлы. При применении таких продуктов должно быть обеспечено постоянное отсутствие кислорода в питательной и котловой воде, а также гарантировано соблюдение предписанных диапазонов pH. Согласно нынешнему уровню знаний, в котловой воде не должна превышать весовая концентрация свободных комплексообразователей 5 мг/л и связанных комплексообразователей 100 мг/л.

При высокой карбонатной жёсткости может оказаться необходимым скомбинировать умягчение с водородной или известковой декарбонизацией, так как содержание связанной углекислоты в питательной воде уже ограничено.

В малогабаритных котельных установках и при незначительных подпиточных количествах может случиться, что для водоподготовки понадобятся только катиониты.

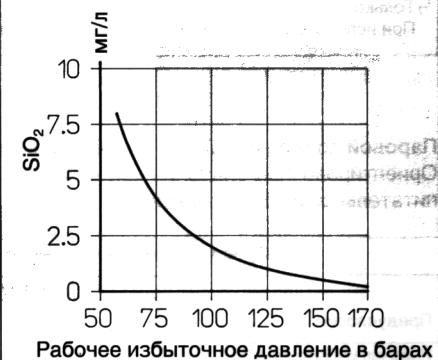
Ориентировочные значения кремневой кислоты в котловой воде для ступеней давления 20 - 165 бар

Таблица 1



Допустимое содержание SiO₂ в зависимости от рабочего избыточного давления и от K_S 8,2

Таблица 2



Допустимое содержание SiO₂ в зависимости от рабочего избыточного давления

Оставлено за собой право на внесение изменений нашей окружающей среды. Отпечатано на 100% нехлорированной белой бумаге ради К.-Н.: 8.01-8/95