



Водоподготовка для паровых и водогрейных котельных

Оборудование и технологии BWT

ПОЧЕМУ НУЖНА ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ КОТЕЛЬНОЙ?

- Как обеспечить эффективность работы котла?
- Как уменьшить энергопотребление оборудования?
- Как обеспечить бесперебойную работу и продлить рабочий ресурс оборудования?

Над этими вопросами работают не только изготовители котлов, проектировщики и эксплуатирующие организации, но и компании, занимающиеся системами химводоподготовки (ХВО).

Это объясняется тем, что Заказчик не всегда хорошо проинформирован, а иногда и совсем не знает о тех требованиях, которые предъявляются к качеству котловой воды.



Нередко пользователь вообще не представляет, насколько экономично может работать его котел, и что из-за неполной очистки питательной воды возникают проблемы, которые ведут к серьезным затратам.

Для всех людей, занимающихся котлами, действует основной принцип:

«Каждый, кто занимается проектированием, монтажом и эксплуатацией котельных установок, в каждом конкретном случае отвечает за соблюдение действующих технических требований».

К тому же, производители котлов дают гарантию на свое оборудование только при условии соблюдения этих норм и требований.



Если заказчик сознательно идет на невыполнение требований и рекомендаций (ввиду финансовых причин и экономии площадей) или принимает компромиссное решение, устанавливая «дешёвую» водоподготовку, то он сам несет всю ответственность за состояние и исправность оборудования.

Как показывает опыт, оборудование чаще всего выходит из строя в период напряженной эксплуатации, и тогда выявлением причин аварии вынуждены заниматься эксперты и юристы.

Подготовленная питательная вода обеспечивает:

Предотвращение отложений на теплопроводящих поверхностях

Экономия энергии, защита материалов, из которых изготовлен котел, от термических перегрузок и разрушений

Предотвращение коррозии во всей системе, включая конденсатопроводы

Обеспечение максимальной готовности к эксплуатации, снижение затрат на ремонтные работы

Обеспечение безаварийной работы котла и качества пара, соответствующего целям его использования, при минимальных потерях из-за отложения солей жесткости

Максимально возможная экономичность работы



Отсутствие водоподготовки или ее несоответствие требованиям — это не единственно возможная причина выхода из строя котельного оборудования.

Однако стоимость установки ХВО несравнимо меньше, чем нанесенный ущерб при аварии на объекте теплоснабжения.

ОТЛОЖЕНИЯ В КОТЛЕ И НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

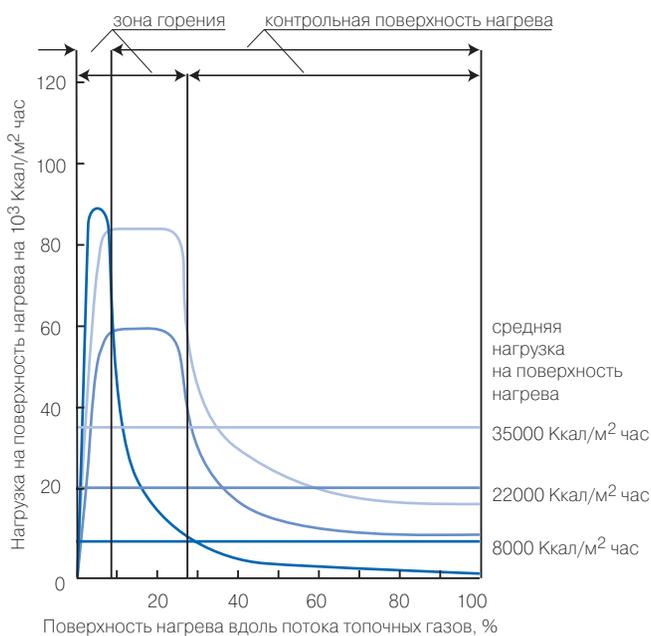
Образование отложений на греющих и теплопередающих поверхностях может вызвать:

- перегрев отдельных участков и, как следствие, образование трещин
- снижение теплопередачи и теплопроизводительности
- уменьшение рабочего сечения труб, ведущее к повышению сопротивления потока
- появление посторонних шумов

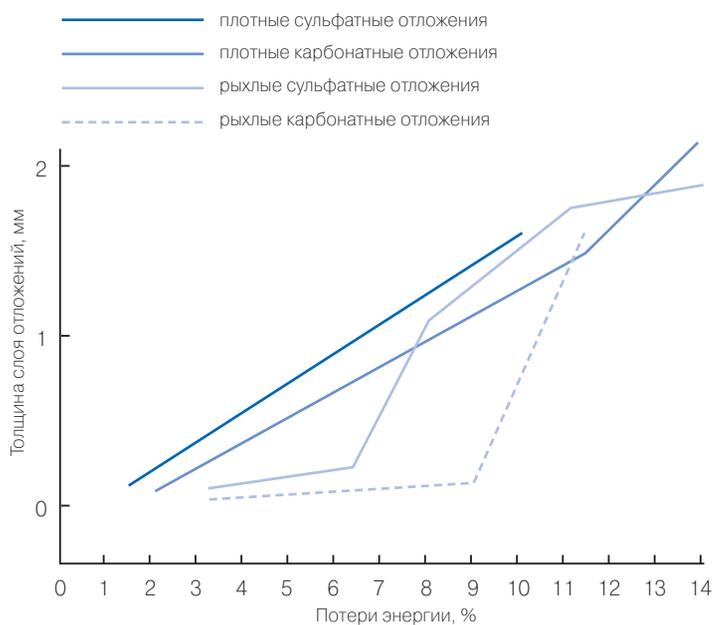
Каждый 1°dH карбонатной жесткости при прохождении 1м³ неумягченной воды увеличивает известковые отложения на 18 грамм.



Шлам, образующийся при окислении растворенного железа и марганца, а также попадания механических частиц уменьшает размер рабочего сечения труб.



Около 80% теплопередачи приходится приблизительно на 20% греющей поверхности.
Средняя расчетная толщина слоя накипи составляет 0,1 мм, а в зоне пламени горелки — 0,5 мм.



Отложение толщиной 0,5 мм (рыхлое отложение, преимущественно, карбонаты) приводит к потере энергии 9–10%.

Как же оценить влияние отложений на тепловые потери системы? Вычислено, что при объеме системы 1–3 м³ и подпитке водой с жесткостью 10–20 °dH, потери энергии составляют 7–11%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОДОПОДГОТОВКЕ

- Удаление механических примесей на сетчатых фильтрах с обратной промывкой.
- Удаление железа/марганца на фильтрах с каталитической загрузкой.
- Умягчение воды на ионообменных установках.
- Обессоливание воды (при необходимости) на установках обратного осмоса.

КОРРОЗИЯ

Корпус котла, нагревательные элементы, арматура и прочие составляющие отопительной системы изготовлены из металла. Долговечность металлов в значительной степени зависит от создания и сохранения защитного слоя из оксидов на их поверхности.

Защитный слой может быть разрушен в результате химических и физических процессов.

Влияние значения pH

- Минимальная скорость коррозии нелигированной стали находится в диапазоне значений pH от 10,5 до 12.
- Окисление меди в воде с недостатком кислорода усиливается при pH выше 9,5.
- Для алюминиевых деталей значение pH не должно превышать 8,5 (макс. 9,0).

Таким же образом можно предотвратить коррозию запорной арматуры, циркуляционных насосов, температурных датчиков и приборов, изготовленных из цветных металлов.

Наличие в системе избыточного кислорода

В основе коррозии металлов лежит химическая реакция между металлом и водной средой, протекающая на границе раздела сред.

Например:



железо + кислород + вода \rightleftharpoons продукты коррозии

График зависимости скорости коррозии нелигированной стали от pH

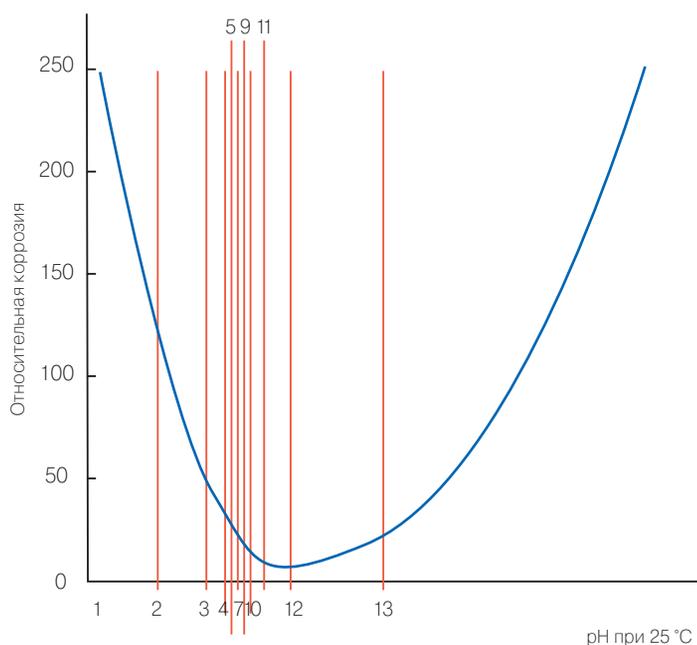
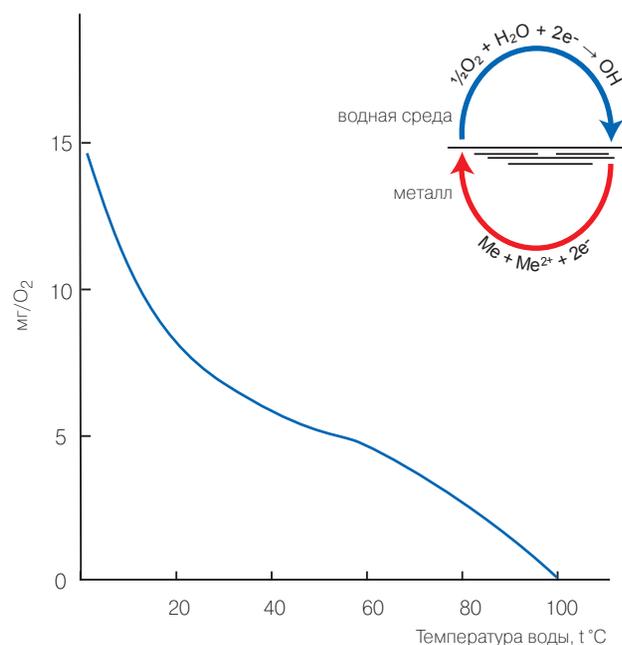


График растворимости кислорода в воде в зависимости от температуры воды при давлении 1 атм.



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОДОПОДГОТОВКЕ

- Корректировка значения pH при помощи дозирования реагентов.
- Дозирование в воду ингибиторов коррозии.
- Удаление кислорода путем дозирования средств, связывающих кислород.

ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Паровые котлы – это сложные инженерно-технические системы, четкая работа которых зависит от множества факторов, одним из которых является химический состав воды.

Расчет системы химводоподготовки для паровых котлов должен производиться специалистами, обладающими определенными знаниями и навыками в этой области.

Требования к качеству питательной воды

Параметры качества питательной воды водотрубных котлов с естественной циркуляцией с рабочим давлением пара до 40 бар для котлов российского производства в соответствии с нормативами «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов»

| Показатель | Рабочее давление, бар | | | |
|---|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 9 | 14 | 24 | 40 |
| Прозрачность по шрифту, см, не менее | 30 | 40 | 40 | 40 |
| Общая жесткость, мг-экв/л | 0,03* | 0,015* | 0,01* | 0,005* |
| | 0,04 | 0,02 | 0,015 | 0,01 |
| Содержание соединений железа (в пересчете на Fe), мг/л | Не нормируется | 0,3* | 0,1* | 0,05* |
| | | Не нормируется | 0,2 | 0,1 |
| Содержание соединений меди (в пересчете на Cu), мг/л | Не нормируется | Не нормируется | Не нормируется | 0,01* |
| | | | | Не нормируется |
| Содержание растворенного кислорода (для котлов с паропроизводительностью 2 т/ч и более)**, мг/л | 0,05* | 0,03* | 0,02* | 0,02* |
| | 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,03 |
| Значение pH при 25 °С*** | 8,5–10,5 | | | |
| Содержание нефтепродуктов, мг/л | 5 | 3 | 3 | 0,5 |

* В числителе указаны значения для котлов, работающих на жидком топливе, в знаменателе — на других видах топлива.

** Для котлов, не имеющих экономайзеров, и для котлов с чугунными экономайзерами содержание растворенного кислорода допускается до 100 мг/кг при сжигании любого вида топлива.

*** В отдельных случаях, обоснованных специализированной научно-исследовательской организацией, может быть допущено снижение значения pH до 7,0.

Нормативы для питательной воды паровых котлов LOOS, VISSMANN, BUDERUS

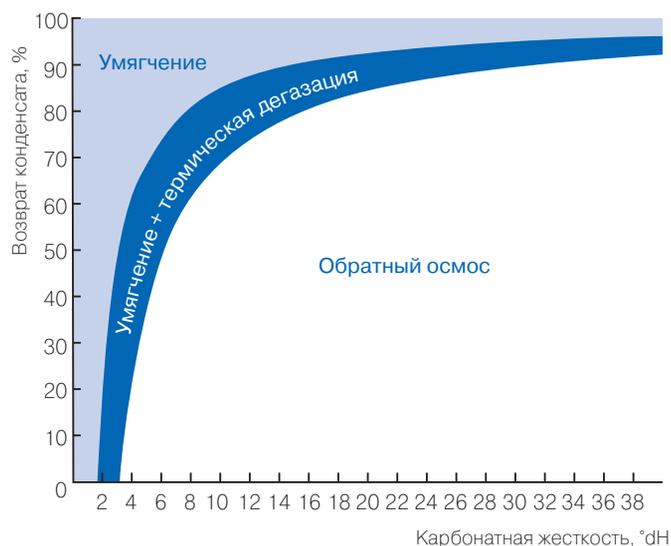
| Показатели качества воды | | Рабочее избыточное давление | | |
|--|--------|---|----------|-----------|
| | | ≤1 бар | 1–22 бар | 22–44 бар |
| Общие требования | | Вода бесцветная, прозрачная и без взвесей | | |
| Значение pH при темп. 25 °С | | >9 | >9 | >9 |
| Общая жесткость | °dH | <0,1 | <0,05 | 0,05 |
| Кислород (O ₂) | мг/л | <0,1 | <0,02 | <0,02 |
| Двуокись углерода (CO ₂) связанная | мг/л | <25 | <25 | <25 |
| Железо (Fe), в целом | мг/л | – | <0,05 | <0,03 |
| Медь (Cu), в целом | мг/л | – | <0,01 | <0,005 |
| Окисляемость (KMnO ₄) | мг/л | <10 | <10 | <10 |
| Нефтепродукты | мг/л | <3 | <1 | <1 |
| Электропроводность | мкС/см | <500 | <500 | <500 |

Проектирование системы химводоподготовки для паровых котлов

При проектировании способа водоподготовки важную роль играют следующие факторы:

- карбонатная жесткость исходной воды
- доля конденсата в питательной воде

Диаграмма состава оборудования от карбонатной жесткости воды и возврата конденсата



Для обеспечения соответствия воды требованиям следует контролировать связанную углекислоту (CO_2) и жесткость.

1 °d (0,36 мг-экв/л) карбонатной жесткости или эквивалентное количество бикарбоната натрия (в умягченной воде) связывает около 16 мг углекислоты. Это означает, что умягчение (Na-катионирование) не снижает количество связанной углекислоты.

В термическом дегазаторе количество связанной углекислоты снижается макс. на 50% (разложение бикарбонатов). Остаток высвобождается только в котле (разложение соды).

Таким образом, при высокой карбонатной жесткости достижение требуемого максимального значения связанной углекислоты (25 мг/л), с помощью ионнообменного умягчения, возможно только при высоком проценте возврата конденсата. В случае низкого процента возврата конденсата необходимо устанавливать систему обратного осмоса.

Механическая фильтрация



Защитный фильтр **Multipur** с обратной промывкой предназначен для очистки воды от механических примесей: частиц песка, окислы и т. д.

Регенерация фильтрующего элемента производится в автоматическом режиме и основана на наиболее эффективном принципе последовательной промывки всей площади фильтрующего элемента обратным током воды, без прекращения её подачи.

Установка обезжелезивания



При повышенном содержании в воде железа устанавливается система обезжелезивания.

По сигналу водосчетчика дозирующая станция **Medomat** осуществляет пропорциональную подачу окислителя. Далее окисленное железо оседает на загрузке осадочного фильтра **ERF**.

Установки дозирования



Дозирование реагентов осуществляется при помощи дозирующих станций **Medomat**.

Реагент **Rondophos PIK 5** — кислородосвязывающее вещество с катализатором.

Реагент **Rondophos PIK 40** предназначен для стабилизации остаточной жесткости и корректировки pH.

Аналитическое оборудование

Аналитический набор «Горячая вода» предназначен для контроля значений котловой воды в соответствии с действующими нормами и требованиями (TVO, VDI, VdTUV, требования изготовителей котлов). Позволяет определить следующие параметры: щелочность; общую жесткость; фосфаты; сульфиты; значение pH; электропроводность.

Схема химводоподготовки для парового котла



Установка обратного осмоса



При высокой карбонатной жесткости и/или небольшой доле возврата конденсата, для снижения уровня углекислоты необходимо использовать систему обратного осмоса.

Для обеспечения бесперебойной работы такой схемы требуется наличие безнапорной емкости и питательного насоса (насосной станции).

Помимо снижения уровня углекислоты применение обратноосмотической системы позволяет значительно сократить количество продувок котла, что делает его работу более экономичной.



Подбор оборудования водоподготовки для паровых котельных требует специальных знаний и навыков. Обращайтесь к специалистам BWT!

Установка умягчения воды



При низкой карбонатной жесткости и/или большой доле конденсата устанавливается установка непрерывного умягчения воды методом натрий-катионирования серии Rondomat.

Контрольные приборы и реагенты



Для автоматического измерения жесткости/железа применяются приборы Testomat/Testomat Fe. Через запрограммированные промежутки времени забирается проба воды и фотометрическим методом производится измерение жесткости воды/железа. При превышении установленного предела выдается аварийный сигнал на шкаф управления.

Для забора и охлаждения проб воды из водогрейного или парового котла, работающего под давлением, используется специальный пробоотборник производства BWT, позволяющий избежать испарения части пробы, а следовательно, неточности измерения.

ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Для обеспечения длительной и безаварийной эксплуатации водогрейного котла, а также осуществления подпитки системы в автоматическом режиме, оборудование водоподготовки необходимо включать еще на стадии проектирования.

При расчете системы водоподготовки для водогрейной котельной в первую очередь необходимо знать следующие параметры:

- мощность и тепловой режим котла
- максимальный часовой расход воды для подпитки
- жесткость исходной воды
- содержание железа
- содержание нефтепродуктов
- содержание растворенного кислорода
- уровень pH

В зависимости от системы теплоснабжения, назначения воды и мощности котла, вода на входе в котел должна соответствовать определенным нормам качества, причем требования российских и зарубежных производителей котлов к качеству воды на входе не существенно, но различаются.

Требования к качеству подпиточной воды

Требования к качеству воды для котлов российского производства изложены в нормативах «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов»

| Показатель | Открытая система теплоснабжения | | | Закрытая система теплоснабжения | | |
|---|---------------------------------|------------|-------------|---------------------------------|------------|-------------|
| | 115 °С | 150 °С | 200 °С | 115 °С | 150 °С | 200 °С |
| pH | 7,0–8,5 | | | 7,0–11,0 | | |
| Железо общее, мг/л | 0,3 | 0,3 (0,25) | 0,25 (0,2) | 0,6 (0,5) | 0,5 (0,4) | 0,375 (0,3) |
| Жесткость карбонатная, мг-экв/л, pH<8,5 | 0,8 (0,7) | 0,75 (0,6) | 0,375 (0,3) | 0,8 (0,7) | 0,75 (0,6) | 0,375 (0,3) |
| Жесткость карбонатная, мг-экв/л, pH>8,5 | не допускается | | | по расчету ОСТ 108.030.47-81 | | |
| Нефтепродукты, мг/л | 1 | | | 1 | | |
| Растворенный кислород, мг/л | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,02 |

Требования к качеству входящей воды для котлов Европейских производителей изложены в технических нормативах VDI 2035.

Для котлов мощностью до 100 кВт, особых требований не предъявляется, мощностью свыше 100 кВт, карбонатная жесткость должна быть не выше 1°dH

| Наименование параметра | Температура сетевой воды | |
|--|--------------------------|------------------------|
| | до 100 °С | более 100 °С |
| Общие требования | – | прозрачная, без осадка |
| Жесткость общая, °dH | 1 | 0,1 |
| Растворенный кислород, мг/л | – | 0,02 |
| pH | 8–9,5 | 9–10,5 |
| Остаточное содержание сульфитов (Na ₂ SO ₃), мг/л | 5–20 | <10 |
| Остаточное содержание фосфатов (PO ₄) ³⁻ , мг/л | 3–27 | <15 |

Схема водоподготовки для водогрейных котлов



Степень механической очистки



Защитный фильтр Infinity с обратной промывкой

предназначен для очистки воды от механических примесей: частиц песка, окислы и т. д. Регенерация фильтрующего элемента основана на наиболее эффективном принципе последовательной промывки всей площади фильтрующего элемента обратным током воды, без прекращения подачи потребителю.

Степень обезжелезивания (при необходимости)



Степень обезжелезивания состоит из двух элементов:

- дозирующая станция Medomat (для пропорциональной подачи окислителя — перманганата калия по сигналу импульсного водосчетчика),
- фильтр ERF с каталитической загрузкой.

Таблица для подбора оборудования

На основании исходных данных, таких как производительность подпитки и анализ исходной воды можно быстро составить рекомендуемый список оборудования.

При соответствии качества исходной воды значениям указанных ниже, по таблице в зависимости от производительности, наличия железа и общей жесткости воды.

| Производительность | Степень механической очистки | Степень обезжелезивания (при необходимости) | | | | Жесткость воды | | | | | | |
|--------------------|------------------------------|---|------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|--|
| | | Дозирующая станция | Узел ввода | Импульсный водосчетчик | Фильтр обезжелезивания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 0,5 м³/ч | Infinity A 1" | Medomat FP60 | ¼" 4x6 | QN 2,5 | ERF 27/12 MTM | Rondomat E 91 DWZ 40 | | E 91 DWZ 120 | | | | |
| 1,0 м³/ч | | | | | ERF 27/13 MTM | Rondomat E 91 DWZ 80 | | E 91 DWZ 120 | | | | |
| 1,5 м³/ч | | | | | ERF 27/16 MTM | Rondomat E 91 DWZ 160 | | | | | | |
| 2,0 м³/ч | | | | | ERF 27/18 MTM | Rondomat E 91 DWZ 160 | | E 90 DWZ 250 | | | | |
| 2,5 м³/ч | Infinity A 1½" | | | Medomat FP60 | ¼" 4x6 | QN 6 | ERF 28/21 MTM | Rondomat E 91 DWZ 200 | | E 90 DWZ 250 | | |
| 3,0 м³/ч | | | | | | | ERF 28/24 MTM | Rondomat E 90 DWZ 250 | | E 90 DWZ 330 | | |
| 4,0 м³/ч | | | | | | 2 ERF 27/18 MTM | Rondomat E 95 DWZ 33 | | E 95 DWZ 500 | | | |
| 5,0 м³/ч | | | | | | 2 ERF 28/21 MTM | Rondomat E 95 DWZ 500 | | E 95 DWZ 650 | | | |
| 6,0 м³/ч | | | | | | | 2 ERF 28/24 MTM | | Rondomat E 95 DWZ 650 | | E 95 DWZ 650 | |

Ступень умягчения



Обязательной ступенью каждой системы химводоподготовки для водогрейного котла является система умягчения воды методом натрий-катионирования непрерывного или периодического действия **Rondomat**.

Система периодического действия применяется в случае, когда котел работает неполные сутки и есть напорно-регулирующая ёмкость.

При круглосуточном режиме подачи воды в котел применяется система непрерывного действия.

Ступень дозирования



Для достижения требуемых значений pH и содержания кислорода необходимо дозировать специальные реагенты.

Комбинированный реагент **Rondophos PK-9** предназначен для подщелачивания воды, а также для связывания остаточной жесткости и кислорода.

Дозирование реагентов осуществляется при помощи дозирующей станции **Medomat** по сигналу импульсного водосчетчика.

Контрольно измерительные приборы:



- для непрерывного контроля за жесткостью как очищенной, так и исходной воды предлагается автоматический измеритель жесткости воды **BWT Testomat 2000**. **BWT Testomat 2000** способен выполнять анализы как по заданному интервалу времени, так и по заданному интервалу пропущенной воды.
- для периодического контроля за жесткостью как очищенной, так и исходной воды предлагается **тест-набор BWT Aquatest**.
- для контроля параметров качества котловой воды в программе BWT есть аналитический набор позволяющий произвести замер следующих параметров: pH, жесткость, содержание сульфит и фосфат-ионов.

Требования к качеству исходной воды

| | |
|--|---------|
| Мутность, мг/л | ≤ 10 |
| Цветность, град. | ≤ 30 |
| Перманганатная окисляемость, мгO ₂ /л | ≤ 5,0 |
| pH | 6,5–9,0 |
| Железо общее, мг/л | ≤ 5,0 |
| Марганец, мг/л | ≤ 0,3 |
| Общее солесодержание, мг/л | ≤ 1000 |
| Жесткость общая, мг-экв/л | ≤ 10 |
| Сероводород, мг/л | ≤ 0,05 |
| Нефтепродукты, мг/л | ≤ 0,1 |

ок оборудования водоподготовки (ХВО) для водогрейного котла.

ей жесткости можно подобрать оборудование.

| Ступень умягчения | | | | | | | Коррекционная обработка | | | Расходные материалы | | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--|-------------------------|------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|
| Жесткость исходной воды, мг-экв/л | | | | | | | Дозирующая станция | Узел ввода | Импульсный водосчетчик | | | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | |
| E 91 DWZ 80 | | E 91 DWZ 120 | | | E 91 DWZ 160 | | Medomat FP60 | ¼" 4x6 | QN 2,5 | Перманганат калия | Поваренная таблетированная соль | Реагент Rondophos PK-9 |
| Z 120 | E 91 DWZ 160 | E 91 DWZ 200 | | E 90 DWZ 250 | | | | | | | | |
| E 90 DWZ 250 | | E 90 DWZ 330 | | E 90 DWZ 500 | | | | | | | | |
| 60 | E 90 DWZ 330 | | E 90 DWZ 500 | | | | | | | | | |
| 60 | E 90 DWZ 330 | E 90 DWZ 500 | | E 95 DWZ 650 | | | | | | | | |
| 60 | E 90 DWZ 500 | | E 95 DWZ 650 | | E 95 DWZ 800 | | | | | | | |
| 60 | E 95 DWZ 650 | | E 95 DWZ 800 | | E 95 DWZ 950 | | | | | | | |
| 60 | E 95 DWZ 800 | E 95 DWZ 1100 | | 29 DWZ 1450 | | | | | | | | |
| DWZ 800 | E 95 DWZ 1100 | | 29 DWZ 1450 | | 29 DWZ 1600 | | | | | | | |

Группа предприятий Best Water Technology является ведущей в Европе компанией на рынке водных технологий. Цель для 2.350 сотрудников, работающих в 76 дочерних и акционерных предприятиях — с помощью инновационных технологий предоставить своим клиентам в промышленности, коммунальном хозяйстве и частном секторе наивысшую степень надежности оборудования и безопасности здоровью при повседневном использовании воды.

Компания BWT предлагает комплексные решения и услуги для очистки питьевой, технологической, котловой и отопительной воды, воды для бассейнов, воды для охлаждения и кондиционирования.

Используя наши ноу-хау во всех отраслях водоподготовки, специалисты исследовательских центров BWT непрерывно работают над разработкой и оптимизацией таких методов обработки воды, как фильтрация, защита от известковых отложений, умягчение, дозирование, дезинфекция (УФ, озон, двуокись хлора и т. п.), мембранные технологии (микро-, ультра-, нанофильтрация, обратный осмос), борьба с Legionella.

Мы готовы предлагать нашим заказчикам не только системы очистки хозяйственной и технологической воды но и: филь-

тры для доочистки питьевой воды, используемой для приготовления чая и кофе; фильтры для воды кофеварок; фильтры для воды хлебопекарных печей, раздаточных автоматов, автоматов для питьевой воды, а также классические фильтры с активированным углем, установки обратного осмоса и УФ-установки.

Лидерство в инновационных технологиях и постоянное совершенствование продукции способствуют росту предприятия, а также росту узнаваемости на рынке наших марок BWT, HON, Permo, Christ Aqua.

Стремление компании BWT направлено на то, чтобы предоставить нашим заказчикам и партнерам самую лучшую продукцию, лучшие технологии и услуги во всех отраслях очистки воды.

Вода, как источник жизненной энергии, увеличивающаяся численность населения земли, возрастающие требования к качеству питьевой и технологической воды, к оборотному водоснабжению — открывают перед нами новые многообещающие перспективы. Основываясь на устойчивой позиции на европейском рынке, мы настойчиво работаем над реализацией нашей цели.

BWT — ведущая группа компаний в области водоподготовки во всем мире

Водоподготовка для паровых и водогрейных котельных