

## Почему так важна водоподготовка?

Вода — один из ключевых ресурсов, необходимых для функционирования котельных. Водоподготовка это, без преувеличения, фундамент надежной и безопасной эксплуатации водогрейного котла. Использование необработанной воды самая частая причина дорогостоящих поломок и аварий. Вот почему этому этапу уделяется такое критическое значение. Основная цель водоподготовки - защитить оборудование от трех главных врагов: накипи, коррозии и загрязнений. В последние годы в этой области наблюдаются значительные изменения и внедрение новых технологий.

Исходная вода, поступающая из хозяйственно-питьевых водопроводов, артезианских скважин или из поверхностных водоемов, содержит различные примеси. Примеси, содержащиеся в природной воде, по степени крупности их частиц подразделяются на три группы: механические; коллоидно-растворенные; истинно-растворенные.

В зависимости от тех или иных примесей изменяются показатели качества воды.

Основные показатели качества воды:

1) прозрачность – содержание в 1 кг воды взвешенных частиц в мг, легко удаляемых при фильтрации;

2) сухой остаток – осадок в мг, состоящий из минеральных и органических примесей, полученный после выпаривания 1 кг профильтрованной воды и после его высушивания;

3) минеральный остаток (или общее солесодержание) – общее количество минеральных веществ в мг, растворенных в 1 кг воды;

4) окисляемость – косвенный показатель загрязнения воды органическими примесями, характеризуется в определенных условиях расходом кислорода на их окисление, выражается в мг кислорода на 1 кг воды;

5) жесткость – содержание в 1 кг воды растворенных солей кальция и магния; выражается в миллиграмм-эквивалентах;

6) щелочность – содержание в 1 кг воды растворенных гидратов, карбонатов и бикарбонатов; выражается в миллиграмм-эквивалентах;

7) степень кислотности или щелочности – характеризуется составом растворенных солей и газов и определяется концентрацией водородных или гидроксильных ионов, образующихся при диссоциации (расщеплении) воды; выражается величиной рН. При рН=7 водный раствор нейтрален; чем ближе рН к нулю, тем сильнее кислотность, а чем ближе рН к 14, тем сильнее щелочность;

8) содержание растворенных агрессивно-коррозионных газов (кислород, углекислота, сероводород, аммиак) в мг на 1 кг воды.

Для нормальной и безаварийной работы котельных установок исходная вода должна обладать определенными качествами, а если они не отвечают требуемым, то воду необходимо соответственно обрабатывать. Если в воде находятся взвешенные примеси и повышена ее щелочность, то вода вспенивается и происходит выброс ее из котлов в паропроводы; ухудшается качество вырабатываемого пара, повышается его влажность, увеличивается шламосодержание.

При пониженной щелочности воды и наличии в ней растворенных газов усиливается процесс коррозии, т. е. разъедание и изъязвление стенок котлов. При повышенной щелочности наблюдаются явления межкристаллитной коррозии (или щелочной хрупкости металла), т.е. появление трещин в заклепочных швах и развальцованных концах кипяточных и экранных труб.

Наконец, при повышенной жесткости, т. е. большом содержании растворенных солей кальция и магния, на стенках котлов усиленно отлагается накипь.

Таким образом, обработка воды в общем случае предусматривает: 1) удаление взвешенных примесей; 2) снижение жесткости (т. е. ее умягчение); 3) поддержание определенной величины щелочности; 4) снижение общего содержания; 5) удаление растворенных агрессивных газов ( $O_2$  и  $CO_2$ ).

Водоподготовка котельной представляет собой комплекс мероприятий и технологических процессов, направленных на приведение параметров исходной воды к нормативным показателям, необходимым для эффективной и безопасной эксплуатации котельного оборудования.

Водоподготовка в контексте котельных направлена на удаление примесей, минералов и других загрязнений из подаваемой воды. Это предотвращает образование накипи, коррозию, и улучшает теплопередачу, что существенно повышает эффективность работы котельной.

Существуют разные методы водоподготовки, которые можно условно разделить на несколько групп:

**1. Механические методы:** Фильтрация и осветление воды помогают удалить крупные частицы и взвешенные вещества. Эти процессы являются первыми шагами в подготовке воды. Главная задача – отфильтровать механические частицы при входе в систему. Фильтрация включает два этапа. На первом из них используются сетчатые либо песочные фильтры, которые задерживают крупные частицы. Для более качественной фильтрации нужна тонкая очистка – это второй этап. На стадии тонкой очистки из воды удаляются частицы маленьких размеров. После этого можно переходить к умягчению.

Вода, в которой много железа, не пригодна для питья (обладает резким запахом и неприятным вкусом) и для использования в технологических

процессах (способствует появлению ржавчины, образованию накипи, что негативно сказывается на теплообмене оборудования). Для обезжелезивания прибегают к процессам окисления растворимой формы железа до нерастворимой. Для этого используются окислители – в зависимости от их типа технологии обезжелезивания делят на реагентные и безреагентные. Безреагентные установки в качестве окислителя используют кислород или озон. В основе работы реагентных установок – такие окислители, как гипохлорит натрия и перманганат калия, более известный как марганцовка.

**2. Химические методы:** К ним относятся коагуляция, флотация и мембранные технологии. Химические реактивы помогают удалять из воды растворенные примеси и улучшать ее качество. Модуль химподготовки необходим для того, чтобы система могла эффективно противостоять коррозионным процессам. Кроме того, он способствует уменьшению минеральных отложений на рабочих поверхностях.

**3. Физико-химические методы:** Ионный обмен и обратный осмос позволяют достигать высокого уровня очистки, удаляя большинство растворенных солей и органических веществ. Осмотическая обратная фильтрация эффективно удаляет соли и примеси из воды, предотвращая образование накипи. Это особенно важно в регионах с высоким содержанием минералов в воде. Системы умягчения воды используют ионообменные смолы для удаления ионов кальция и магния, которые ответственны за образование накипи. Умягченная вода уменьшает износ оборудования и улучшает его эффективность.

**4. Электрохимические методы:** Совсем недавно начали применять электролиз для очистки воды, который позволяет удалять неорганические и органические загрязнители.

В настоящее время все больше набирают обороты следующие технологии в подготовке (очистке) воды:

- Мембранные технологии: Обратный осмос и ультрафильтрация становятся все более популярными благодаря своей высокой эффективности и возможности получения чистой воды.

- Системы дистилляции: Современные дистилляторы позволяют получать чистую воду при низких энергетических затратах и могут использоваться для повторного использования конденсата.

- Умные технологии: Использование автоматизированных систем управления процессом водоподготовки позволяет существенно сократить затраты на энергоресурсы и повысить эффективность.

Важным аспектом современных методов водоподготовки является их влияние на окружающую среду. Многие новые технологии направлены на минимизацию отходов и повторное использование побочных продуктов. Например, системы обратного осмоса позволяют восстанавливать до 85%

воды и снижать потребление ресурсов. Ввиду вышеизложенного сравнительный анализ основных методов водоподготовки показывает:

- Ионообменное умягчение (Na- катионирование):

Применение: Наиболее распространено для котельных малой и средней мощности в РБ.

Преимущества: Эффективное снижение жесткости, относительно низкие капитальные затраты.

Недостатки: Не удаляет растворенные газы и соли что влечет за собой появление накипи, требует постоянной закупки соли для регенерации.

Накипь проводит тепло в десятки раз хуже металла. Она работает как шуба на трубе. Чтобы передать тепло воде, металл стенки приходится перегревать до критических температур. Слой накипи всего в 1 мм снижает теплоотдачу на 7-10%. Для котла это означает падение КПД и колоссальный перерасход топлива (до 15-20%). Из-за плохого отвода тепла температура стенок труб растет, металл теряет прочность. Это приводит к появлению трещин, деформаций, разрыву труб и аварийной остановке котла.

- Обратный осмос:

Применение: Используется для котлов высокого давления и при высокой минерализации воды.

Преимущества: Высокая степень обессоливания (до 98-99%), удаляет взвеси и органику.

Недостатки: Высокие капитальные и эксплуатационные затраты, необходимость предочистки (ультрафильтрация).

- Магнитная/электромагнитная обработка:

Применение: Подходит для небольших отопительных систем в качестве вспомогательного метода.

Преимущества: Безреагентный метод, простота установки.

Недостатки: Не убирает соли жесткости из воды (превращает в шлам), эффективность зависит от скорости потока.

Термическая деаэрация:

Применение: Обязательна для питательной воды паровых котлов.

Преимущества: Удаляет коррозионно-активные газы (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

Недостатки: Энергозатратный процесс.

За счет обеспечения высокой степени обессоливания, снижения коррозии в следствии чего исключая появление накипи в десятки раз и автоматизации процессов, современные методы водоподготовки в котельных (обратный осмос, мембранные технологии, автоматическое дозирование реагентов) превосходят классические (Na-катионирование).

**Преимущества современных методов:**

- Высокое качество воды: Мембранные технологии и обратный осмос позволяют достичь глубокого обессоливания, что критично для современных паровых котлов.

- Защита от коррозии и накипи: Применение ингибиторов солеобразования и современного дозирующего оборудования снижает скорость коррозии и исключает отложения в разы эффективнее, чем устаревшие методы.

- Автоматизация и надежность: Автоматические системы дозирования (например, Иж-25) работают без постоянного участия персонала, поддерживая постоянную пропорцию.

- Экономичность: Использование мембранных систем и точных дозаторов снижает расходы на реагенты и затраты электроэнергии за счет высокого КПД оборудования. В то время как классическое На-катионирование требует частой регенерации солью, современные методы обеспечивают стабильное качество воды с меньшими потерями.

Внедрение систем обратного осмоса (ОО) для питания паровых котлов позволяет произвести замену традиционного ионообменного умягчения, в итоге достигается глубокое обессоливание (до 98-99% удаления солей), что предотвращает образование накипи даже при высоких нагрузках, уменьшает необходимость в частых продувках котла (экономия топлива), снижает коррозионную агрессивность воды. Использование наночистоты для подготовки сетевой воды позволяет достичь высокоселективное удаление жесткости при сохранении части щелочности, предотвращение накипеобразования в теплообменниках, снижение коррозии трубопроводов.

Эффективная водоподготовка для котельных — это не только профилактика проблем, но и инвестиция в долгосрочную стабильность и производительность системы. Современные технологии и инновации в области водоподготовки предоставляют компаниям возможность не только предотвращать проблемы, но и повышать эффективность своей деятельности. Только при чистых поверхностях нагрева котел работает в проектном, паспортном режиме. Правильная водоподготовка гарантирует стабильную и надежную работу котла

Гродненское областное управление Госпромнадзора