

УДК 621.311

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ТЭС
MODERN WAYS OF WATER PURIFICATION AT TPP**

Д.О. Маер, К.А. Мельник, А.В. Керницкий

Научные руководители – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель,

В.А. Романко, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

pronkevichAV@mail.ru, vivja@mail.ru

D. Maer, K. Melnik, A. Kernitsky

Supervisors – E. Pronkevich, Senior Lecturer, V. Romanko, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в статье рассмотрены современные способы очистки воды на ТЭС, которые включают в себя множество этапов обработки. Основные цели водоподготовки - защита оборудования от коррозии, образования накипи, отложений солей.

Abstract: the article discusses modern methods of water purification at thermal power plants, which include many processing steps. The main goals of water treatment are to protect equipment from corrosion, scale formation, and salt deposits.

Ключевые слова: водоподготовка, очистка, фильтр, реагенты, примеси.

Keywords: water treatment, cleaning, filter, reagents, impurities.

Введение

Водоподготовка является обязательным процессом в промышленном производстве. Для надежной и долговременной работы нужна обязательно очищенная вода. Сырая и жесткая вода не подойдет по параметрам, к тому же первоначальный источник воды содержит микроорганизмы и соединения примесей. Поэтому перед применением обязательно проводят очистку воды.

Одной из главных проблем ТЭС является образование твердых осадков, накипи, которые выпадают в процессе нагревания воды. Образование накипи значительно снижает теплопроводность, даже тонкий слой накипи на поверхности нагрева приводит к увеличенному расходу топлива.

Еще одной проблемой использования такого теплоносителя, как вода, является коррозия. Главная причина возникновения коррозии является наличие кислорода в воде. Также при наличии в воде солей, особенно сульфатов и хлоридов, увеличивается вероятность образования на поверхности трубопровода коррозии. В любой неочищенной воде находятся бактерии, которые влияют на качество используемой воды и образуют различные виды коррозии.

Основная часть

Для решения проблем очистки воды устанавливают водоподготовительные установки. Весь процесс разделен на этапы, в каждом из которых происходит очистка от определенных примесей и загрязнений. Все происходит в определенном порядке, причем каждому этапу соответствует

свой более удобный и экономически выгодный метод очистки. Главная цель водоподготовительных установок - чистая, мягкая вода без солей на выходе. Рассмотрим несколько методов очистки.

Вода на ТЭС поступает из разных источников, и зачастую содержит много механических загрязнений (песок, глина, мелкие камушки). Содержание таких загрязнений в технической воде недопустимо. Устройства механической очистки воды устанавливаются в самом начале процесса водоподготовки. Они представляют собой систему фильтров с постепенно уменьшающейся сеткой, которые постепенно отфильтровывают крупные частицы механических загрязнений. Данные фильтры хорошо справляются с очищением технической воды от частиц ржавчины, песка и других механических загрязнений. Такие фильтры имеют простую конструкцию и отличаются значительной дешевизной, по сравнению с последующими стадиями очистки.

Большинство источников воды на ТЭС содержат соли железа. Взаимодействуя с другими органическими элементами образуются нерастворимые соединения, что приводит воду в непригодность для использования на производстве. Также железо может попасть в воду через магистральный трубопровод, подверженный коррозии. Для очищения воды от окисленного и растворенного железа устанавливают специальные фильтры. Есть несколько методов обезжелезивания воды:

- безреагентное обезжелезивание с применением напорной аэрации;
- безреагентное обезжелезивание с применением безнапорной аэрации;
- реагентное обезжелезивание.

Метод напорной аэрации заключается в принудительной подаче воздуха под высоким давлением с помощью компрессора. Воздух подается в воду, вблизи с колонной или аэрационной трубой, где происходит окисление железа и отвод лишнего количества воздуха. Далее поток технической воды поступает на колонну с фильтром, где оседает окисленное железо и затем удаляется.

Суть метода безнапорной аэрации такая же, с отличием в том, что воздух не подается с помощью компрессора, а с помощью эжектора или душирующего устройства. В эжекторной системе происходит засасывание воздуха через поток воды и его перемешивание, после чего окисленное железо задерживается в фильтре, а затем, при промывке фильтра, сбрасывается в канализацию. Во втором способе вода подается в открытый резервуар через душирующее устройство, которое разбрызгивает воду, увеличивая площадь контакта частиц воды и кислорода. Затем вода из резервуара подается насосом на фильтр, где окисленное железо задерживается, а при обратной промывке фильтра сбрасывается в канализацию.

Метод реагентного обезжелезивания применяют при низком показателе рН и высоких показателях примесей железа, марганца, сероводорода и др. В трубопровод подачи воды дозируют окислитель, зачастую это гипохлорит натрия. Далее, как и в безреагентных методах, окисленное железо осаждается на фильтрах установок очистки воды.

Сорбционные установки удаляют из воды различные органические примеси, взвешенные вещества, а также избавляют от разных запахов, вкуса и цвета. Данные установки представляют собой угольный фильтр, в который поступает вода и равномерно распространяется на его поверхности, затем проходит через угольный слой, очищаясь от загрязнений, которые задерживаются в фильтре. В процессе работы сорбционной установки, несколько раз в неделю производят рыхление и обратную промывку фильтрующей смеси, для предотвращения слеживания и удаления органических загрязнений.

В следующем этапе очистки используют фильтр для умягчения воды, который представляет собой установку, позволяющую очистить воду от солей магния и кальция. В качестве способа умягчения воды могут быть использованы разные методы: ионозамещение, реагентный способ и магнитное очищение.

Наиболее удобный способ – ионозамещение. Процесс очистки предполагает под собой прохождение воды через слой ионообменной смолы, которая при взаимодействии с водой распадается, и соли жесткости прилипают к ней, тем самым очищая воду от минералов кальция и магния. Со временем смола забивается разного рода примесями и для дальнейшей работы ее промывают солевым раствором.

Реагентный способ представляет собой добавление химикатов в поток воды, после чего происходит реакция, и соли жесткости выпадают в осадок. Данный метод является одним из быстрых способов смягчить воду, но не самым безопасным, так как количество реагентов надо строго дозировать, иначе в воде могут появиться вредные элементы, способные испортить оборудование и вызвать коррозию.

Электромагнитное очищение представляет собой систему на основе магнита. При помощи магнитного поля соли жесткости меняют свою прежнюю форму и вытягиваются. Данный метод отличается своей неприхотливостью и простотой в эксплуатации. Наиболее эффективно работает в замкнутых цепях. Для нормальной работы магнита необходим постоянный поток воды, с постоянной скоростью. Так же вода должна быть определенной температуры, слишком горячую или холодную воду магнит не умягчит.

Для обессоливания воды, кроме реагентного способа могут использовать установки обратного осмоса. Принцип работы данной установки заключается в использовании полупрозрачной мембраны, размеры пор которой составляют до 0.0001 микрона. Данная мембрана устанавливается в емкости, разделяя два раствора с разной концентрацией солей, мембрана способна пропускать только молекулы воды и растворенные в ней газы, а молекулы соли остаются на ней. В промышленных установках обратного осмоса исходная вода подается под давлением через мембрану, тем самым возрастает производительность установки. Эффективность обратного осмоса падает при забитии пор мембраны, которую нужно своевременно регенерировать и заменять.

Обеззараживание технической воды проводят с целью избавления воды от бактерий, вирусов и неприятных запахов. Есть два основных способа обеззараживания воды, при помощи хлорирования или ультрафиолетом.

Хлорирование подразумевает использование таких реагентов, как хлор или озон. В настоящее время большую популярность получил метод дезинфекции технической воды путем ее хлорирования. Для этого метода используют жидкий или газообразный хлор, в некоторых случаях прибегают к использованию хлорной извести и гипохлоритов натрия. Дозу хлорирования устанавливают путем предварительного анализа технической воды. Главный минус данного метода — это то, что на выходе получается вода с хлором, который в будущем тоже надо будет удалить из воды. Более эффективно обеззараживание воды можно выполнить с помощью ультрафиолета.

На современных ТЭС ультрафиолетовый стерилизатор воды встречается чаще, чем метод хлорирования благодаря ряду преимуществ:

- отсутствие химических реагентов;
- отсутствует запах и привкус хлора;
- высока эффективность обеззараживания (более 99,99%).

Ультрафиолетовый стерилизатор состоит из ртутно-кварцевой лампы, которая испускает ультрафиолетовые лучи с длиной волны, примерно равной 250 нм, которые вызывают изменение ДНК всех микроорганизмов, препятствуя их жизнедеятельности и размножению. Ультрафиолетовый стерилизатор устанавливается непосредственно на линию потребления, что делает данный способ более эффективным и упрощает его обслуживание.

Заключение

Водоочистка ТЭС является комплексом систем, которые направлены на полное уничтожение примесей. Для полной очистки воды для использования на ТЭС необходима комбинация нескольких способов. От скорости водоочистки зависит и производительность работы основного оборудования. Также качественная очистка воды обеспечивает более долгий срок службы оборудования на станции. Именно поэтому работе химического цеха водоочистки следует уделять особое внимание.

Литература

1. Водоподготовка / В.Ф. Вихрев, М.С. Шкроба. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М: Издательство «Энергия», 1973. – 416 с.
2. Водоподготовка для ТЭС [Электронный ресурс] / Водоподготовка для ТЭС. – Режим доступа: <https://diasel.ru/article/vodopodgotovka-dlya-tec>. – Дата доступа: 22.03.2022.
3. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – Изд. 2-е. – М: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.
4. Водоподготовка водно-химические режимы в теплоэнергетике / Э.П. Гужулев [и др.]. – Омск: Издательство ОмГТУ, 2005. – 384 с.