

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.2 - С.364-368

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ ТЭС - 2 г. НУР-СУЛТАН

*Қабыкеш Қ.Б., 2-курс, магистрант
Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина
Электрослесарь по ремонту и обслуживанию автоматики и средств измерений
котло-турбинного и топливно-транспортных цехов 4 разряда
АО «Астана-Энергия» ТЭЦ-2, г.Нур-Султан
Рожкова О.В.*

*д.х.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика»
Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина*

Технологическая вода - это вода, которая используется, прежде всего, для вспомогательных целей, например, таких как процесс охлаждения, отопления, мойка или промывка. Требования для такой воды, как правило, могут предъявляться не такие жёсткие, поэтому обыкновенная вода (вода из скважин или поверхностные воды) может быть использована без особых затрат на предварительную обработку.

Напротив, качественная подготовка воды и водоочистка, процесс необходимый в настоящее время практически везде - в промышленности, тепловой и ядерной энергетике, в жилищно-коммунальном хозяйстве и т.д.. Процесс качественной подготовки воды, прежде всего, должен обеспечивать надёжную и экономичную работу всего оборудования промышленных и коммунальных объектов, а также обеспечивать существенное уменьшение сброса экологически опасных веществ в биосферу.

В настоящее время, технологический процесс подготовки воды является достаточно сложными многоплановым, включающим в себя физические, химические и биологические процессы, в том числе в различных вариативных комбинациях таких как: механическая очистка от нерастворенных загрязнений, осветление, умягчение, обессоливание, удаление растворенных газов, биологическая очистка воды от бактерий, вирусов и других микроорганизмов с обязательным, при этом, улучшением органолептических свойств обрабатываемой воды.

В данной статье, мы попытались рассмотреть само значение процесса водоподготовки воды, прежде всего, как способа защиты теплоэнергетического оборудования от процессов коррозии или его минимального проявления [1]. Защита технологического оборудования и трубопроводов тепловых электростанций и систем теплоснабжения от

коррозии является одной из самых актуальнейших проблем теплоэнергетической отрасли. Некачественная организация всех условий водоподготовки может привести к весьма плачевным последствиям и конечно же, как следствие не обеспечивать гарантию оборудованию своей полной выработки эксплуатационного срока. Так, негативными последствиями возникающей внутренней коррозии могут являться, прежде всего, сокращение времени эксплуатации самого оборудования, а также магистральных тепловых сетей, тепловых электрических станций и котельных приводя к значительному снижению мощности источников тепловой и электрической энергии [2,3].

В целях обеспечения надежности электроснабжения и теплоснабжения г. Нур - Султан, а также для покрытия дефицита в тепловой и электрической мощности в столице продолжают активную работу по реконструкции и модернизации существующих энергоисточников ТЭС-1 и ТЭС-2.

В настоящее время, одним из главных факторов надежной и бесперебойной работы тепловых электрических станций является - подготовка воды высокого качества, следовательно, выбор технологической схемы водоподготовительной установки (ВПУ), внедрение современных технологий и качество эксплуатационных материалов требует комплексного инженерно-технологического подхода.

На тепловой электрической станции вода непосредственно используется для заполнения контура паротурбинной установки, а также для восполнения потерь пара и конденсата как внутри станции, так и у внешних потребителей, для подпитки тепловой сети.

Основными потребителями воды на ТЭС являются системы охлаждения конденсаторов паровых турбин. Вся используемая на станции вода проходит соответствующую обработку, однако наиболее высокие требования предъявляются к качеству воды, служащей для заполнения контура паротурбинной установки и подготовки питательной воды.

Для постоянного восполнения всех потерь пара и конденсата на ТЭС требуется обессоленная вода, сам процесс подготовки обессоленной воды на современных ТЭС может осуществляться различными способами, очень часто применяется технология ионного обмена - данная технология получила наиболее широкое применение, прежде всего потому, что она позволяет получать обессоленную воду достаточно высокого качества. Однако технология ионного обмена имеет некоторые существенные недостатки: прежде всего это большой расход реагентов на регенерацию отработавшего ионита, превышающий стехиометрию в 2 - 3 раза, что как следствие, приводит к образованию высокоминерализованных стоков и к проблемам с их дальнейшей нейтрализацией и утилизацией.

Существенно снизить расход реагентов на регенерацию, а также уменьшить потребление воды на собственные нужды позволяет перевод водоподготовительных установок на противоточный принцип ионирования,

однако остается вопрос загрязнения окружающей среды сточными водами, поэтому вопросы экологической безопасности при работе современных водоподготовительных установок ТЭС и промышленных котельных вызывают необходимость перехода на малореагентные технологии подготовки воды.

Так, в последние десятилетия получили распространение мембранные технологии, к таким, **в частности, относится метод обратного осмоса, который** эффективно используется для подготовки питательной воды котлов высокого давления ТЭС, паровых котлов котельных, подпитки теплосетей и других целей. Положительный опыт внедрения данного метода на водоподготовительных установках имеется на ряде отечественных и зарубежных ТЭС[4-6].

Использование обратного осмоса позволяет извлекать на одной ступени очистки до 98 % солей. При солесодержании исходной воды от 150 до 300 мг/л - обратный осмос является значительно экономичнее противоточного ионирования.

Сущность данного метода, прежде всего заключается в том, что используемый растворитель и раствор разделяются между собой полупроницаемой перегородкой, пропускающей только молекулы растворителя, растворитель начинает переходить через перегородку в раствор до тех пор, пока концентрации растворов не выравняются по обе стороны мембраны [7]. Сам процесс такого самопроизвольного перетекания веществ через полупроницаемую мембрану, разделяющую два раствора различной концентрации - называется осмосом. Если над раствором создавать противодействие, то скорость перехода растворителя через мембрану уменьшается, при установлении равновесия отвечающее ему давление может служить количественной характеристикой самого явления обратного осмоса, которое называется осмотическим давлением и равно тому давлению, которое нужно приложить к раствору, чтобы привести его в равновесие с чистым растворителем, отделенным от него полупроницаемой перегородкой.

Применительно к системам водоподготовки на ТЭС, где растворителем является вода, процесс протекания метода обратного осмоса можно представить следующим образом: если со стороны протекающей через аппарат природной воды с некоторым содержанием примесей приложить давление, превышающее осмотическое, то вода будет просачиваться через мембрану и скапливаться по другую ее сторону, а все имеющиеся примеси будут оставаться с исходной водой, и их концентрация будет увеличиваться [8].

На ТЭС-2 г.Нур-Султан, по проекту для питания паровых котлов типа БКЗ-420-140 и Э550-13,8-560 КТ используется обессоленная вода. На ТЭС предусмотрено двухступенчатая система обессоливания воды по следующей схеме: предочистка воды через механические фильтры и установки ультрафильтрации (УУФ). Далее исходная вода поступает непосредственно в Н-предвключенный фильтр и затем в Н-основной проточный фильтр.

Проектная производительность используемой обессоливающей установки 170 м³/час. В качестве исходной воды для обессоливающей установки использовалась осветленная вода после проведения процесса УУФ. Все отработанные регенерационные и технологические растворы с ВПУ сбрасываются на золоотвал по отдельному трубопроводу, который не связан со схемой золоудаления ТЭС.

Проект обессоливающей установки спроектирован без учета качества исходной воды по содержанию хлоридов и сульфатов, как по количеству предусмотренного оборудования, так и по расходу реагентов. Суммарное содержание анионов сильных кислот составляло 8-12 мг-экв/дм³. Также, при проектировании не была предусмотрена вероятность ухудшения качества воды.

Расход воды и всех реагентов используемых на собственное потребление обессоливающей установки на 1м³ обессоленной воды до проведения реконструкции водоподготовительной установки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расход воды и реагентов на собственное потребление ВПУ на 1м³ обессоленной воды

Показатель	Значение
Техническая вода, м ³	0,7-0,9
Едкий натр, кг/м ³	0,7-0,2
Серная кислота, кг/м ³	2,5-3,9
Коагулянт, кг/м ³	0,1
Известь, кг/м ³	0,18-0,24

В 2016 году, после проведения реконструкции, на станции была введена в эксплуатацию комбинированная схема ВПУ с применением установки обратного осмоса с проведением процесса предочистки и с сохранением второй ступени обессоливающей установки. В настоящее время обессоливающая установка работает на свежей технической воде и предназначена для подпитки котлов высокого давления, с общей производительностью порядка 150 м³/ч.

Характеристики обессоливающей установки:

- объем потребляемой воды от номинального до максимального значения, м³/ч 260 – 290;
- показатели давления - атм 2 – 6;
- показатели температуры, мин/макс, С⁰– 10

Практический опыт применения комбинированной технологии используемый для обработки воды с применением метода обратного осмоса на ТЭС позволяет нам сделать определенные выводы, по самому процессу подготовки обессоленной воды - с применением технологии комбинированной схемы ВПУ с использованием установки обратного осмоса весь процесс является полностью автоматизированным, что

максимально исключает вероятность нештатных ситуаций по причине человеческого фактора. Также наблюдается значительное снижение потребления химических реагентов ВПУ, прежде всего за счёт автоматизированной системы, которая позволяет дозировать использование химреагентов, а также автоматизировать процесс замены первой ступени обессоливающей установки на обратный осмос. После эксплуатационного ввода установки обратного осмоса значение рН сточных вод снизились - до 6,8, что позволило проводить вторичное использование промывочной воды в системе гидрозолоудаления для поддержания уровня воды золоотвала, где происходит процесс отстаивания воды и по необходимости вновь подаваться на ТЭС насосами в баки осветлённой воды для дальнейшего использования в следующем производственном цикле.

Однако, при всех существенных положительных характеристиках использования комбинированной схемы водоподготовительной установки с применением установки обратного осмоса имеются некоторые недостатки. Расход воды на эксплуатационные нужды обессоливающей установки повысился практически в два раза, основной причиной перерасхода технической воды является наличие узла ультрафильтрации, который достаточно часто (через каждые 40 мин) необходимо подвергать промывке, из – за плохого качества исходной воды. Промывка натрий-катионитовых фильтров проводится с периодичностью 1 раз каждые 250-300 часов.

Таким образом, при сравнении, рассматриваемых в данной работе методов водоподготовки воды можно отметить значительные преимущества в использовании метода обратного осмоса, которыми являются - очень высокое качество получаемой воды, которое обусловлено весьма «мягкими» с физико-химической точки зрения условиями проведения процесса; неограниченная производительность, которая достигается путем набора стандартных модулей и блоков, при этом, конструктивно имея небольшие габариты; отношение: производительность/габариты – лучшее по сравнению с другими методами обессоливания – дистилляцией, ионообменом, электродиализом; достаточно невысокие эксплуатационные расходы; небольшой расход ингибиторов отложений и реагентов, используемых для отмывки отложений на мембранах; низкая энергоёмкость и возможность почти во всех случаях сброса концентрата в канализацию без дополнительной обработки.

Список литературы:

1. Абрамова И.А., Чернов С.А., Майков В.М. Опыт эксплуатации установки обратного осмоса Новосибирской ТЭЦ-2 // Теплоэнергетика. – 2008. – N – С. 69-71.
2. Аскерния А.А., Малахов И.А., Корабельников В.М. Опыт эксплуатации установок обратноосмотического обессоливания воды на ТЭС и в промышленных котельных // Теплоэнергетика. – 2005. – N – С. 17-25.
3. Бордюков А.П. Тепломеханическое оборудование тепловых электростанций /М.: Энергия, 1978. – 272 с.

4. Бушуев Е.Н., Еремина Н.А., Жадан А.В. Анализ современных технологий водоподготовки на ТЭС // Вестник Ивановского гос. энергетич. ун-та. – 2013. – № 1.

5. Журба М.Г., Ганбаров Э.С., Говорова Ж.М. и др. Современные тенденции развития безреагентных водоочистных технологий // Питьевая вода. – 2009. – N 2(50).

6. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. – М.: Изд-во МЭИ,

7. Корзина Ю., Рябчиков Б.А., Ларионов С. Сокращение расхода реагентов при ионнообменном обессоливании воды // АКВА-Magazine. – 2007. – № 3 (4).

8. Ларин Б.М., Коротков А.Н., Опарин М.Ю. и др. Освоение новых технологий обработки воды на ТЭС // Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем (ЭНЕРГО-2010): тр. всерос. науч.-практ. конф. – Москва.