

УДК 620.93

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИМВОДОПОДГОТОВКЕ

Петрачков А.М.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Кравченко В.В.

В настоящее время производство обессоленной воды на тепловых электростанциях осуществляется в основном химическими методами, что связано со значительными производственными издержками и вредным воздействием на водоисточники из-за потребления большого количества химреагентов и ионообменных смол, которые с отработанными регенерационными растворами сбрасываются в водоемы. Поэтому задачи удешевления подготовки обессоленной воды и снижения сбросов солей в водоемы для энергосистемы весьма актуальны и своевременны.

Исходная вода содержит всевозможные примеси, может характеризоваться повышенной окисляемостью, обычно связанной с присутствием гумусовых веществ, микроводорослей и продуктов жизнедеятельности водных микроорганизмов, а также техногенных примесей (нефтепродуктов). В воде могут присутствовать в концентрации, превышающей ПДК, железо, взвешенные вещества.

При выборе технологии подготовки воды рассматриваются следующие аспекты: характеристика источников исходного сырья, требования к качеству конечного продукта, экологические требования, экономические показатели. В проекте заложены самые современные технологические решения – микрофильтрация, обратный осмос и противоточный ионный обмен. Мембранные технологии очистки воды – перспективные технологии очистки. В основу мембранной технологии очистки воды заложен натуральный природный процесс фильтрации воды. Основной фильтрующий элемент установки – полупроницаемая мембрана. Мембранные методы очистки воды классифицируются по размерам пор мембран в следующей последовательности: микрофильтрация воды – размер пор мембраны 0,1-1,0 мкм; ультрафильтрация воды – размер пор мембраны 0,01-0,1 мкм; нанофильтрация воды – размер пор мембраны 0,001-0,01 мкм; обратный осмос – размер пор мембраны 0,0001 мкм. Примеси, размер которых превышает размер пор мембраны, при фильтрации физически не могут проникнуть через мембрану. В отличие от традиционных методов очистки, требующих больших площадей, многошаговой обработки, мембранные технологии имеют преимущества: высокий уровень автоматизации, позволяющий снизить трудозатраты, повысить культуру производства, компактность оборудования. К недостаткам следует отнести высокую стоимость мембран и короткий срок эксплуатации мембран 5 лет.

На основании анализа возможных технологий водоподготовки принята следующая принципиальная технологическая схема обессоливания:

- очистка исходной воды от грубодисперсных примесей на сетчатых фильтрах с автоматической очисткой, тонкость фильтрации – 200 мкм;
- коагуляция оксихлоридом алюминия;
- удаление из воды взвешенных веществ, железа, снижение цветности, основной части органических соединений, извлечение из воды практически всех патогенных микроорганизмов на микрофильтрационной установке;
- частичное обессоливание осветлённой воды на установке обратного осмоса;
- декарбонизация;
- глубокое обессоливание воды методом ионного обмена последовательным Н – ОН – ионированием с противоточной регенерацией;

Данная схема имеет высокую санитарную надежность и позволяет получать глубоко обессоленную воду, соответствующую требованиям ПТЭ.

Подготовка воды для подпитки теплосети осуществляется по следующей схеме:

- очистка исходной воды от грубодисперсных примесей на сетчатых фильтрах с автоматической очисткой, тонкость фильтрации – 200 мкм;
- коагуляция оксихлоридом алюминия;
- удаление из воды взвешенных веществ, железа, снижение цветности, основной части органических соединений, извлечение из воды практически всех патогенных микроорганизмов на микрофильтрационной установке;
- подкисление воды серной кислотой для перевода карбонатной жесткости в некарбонатную;
- декарбонизация;
- подщелачивание воды до норм ПТЭ.

Общепринятой в энергетике технологической схемой предварительной очистки воды является традиционная технология: коагуляция в осветлителях и доочистка на механических фильтрах с зернистой загрузкой. Существенным недостатком традиционной технологии является возможность выноса шлама из осветлителя при незначительных изменениях параметров процесса (расход, температура, дозы реагентов и др.). При этом увеличивается нагрузка на механические и ионитные фильтры, а также возможен проскок взвеси и, соответственно неудовлетворительное качество осветленной воды. Технология мембранной фильтрации по сравнению с традиционной технологией позволяет получить осветленную воду значительно лучшего качества по таким показателям как цветность, мутность, взвешенные вещества, окисляемость, железо. На основании вышеуказанных преимуществ перед традиционными методами для предварительной очистки воды в качестве основного технологического решения выбрана технология микрофильтрации. Данный метод позволяет получать осветленную воду высокого качества. Выбор технологии и оборудования предварительной очистки особенно важен для эффективной и длительной работы оборудования на следующих стадиях очистки, в особенности для работы обратноосмотических и ионообменных установок. Надлежащая предварительная подготовка воды должна свести до минимума: закупорку мембран взвешенными веществами, коллоидами, накипеобразование, т.е. отложение на поверхности мембран малорастворимых соединений кальция и магния, разрушение мембран. Метод микрофильтрации позволяет задерживать взвешенные и коллоидные частицы размером крупнее 0,1 мкм и обеспечивает довольно высокую степень осветления воды. Методом микрофильтрации из воды удаляются взвешенные частицы, коллоиды, бактерии и крупномолекулярные органические вещества. Коагулирование воды перед мембраной существенно увеличивает эффект осветления и степень извлечения органических соединений. При работе обеспечивается высококачественная очистка исходной воды по следующим показателям, указанным в таблице 1:

Таблица 1 – Нормы содержания примесей

Показатели	Ед. измерения	Величина
Взвешенные вещества	мг/дм	менее 0,5
Железо	мг/дм ³	менее 0,1
Остаточный алюминий	мг/дм ³	менее 0,1
Перманганатная окисляемость	мгО ₂ /дм ³	менее 5,0
Нефтепродукты	мг/дм ³	менее 0,1

Принципиальная схема подготовки воды представлена на рисунке 1.

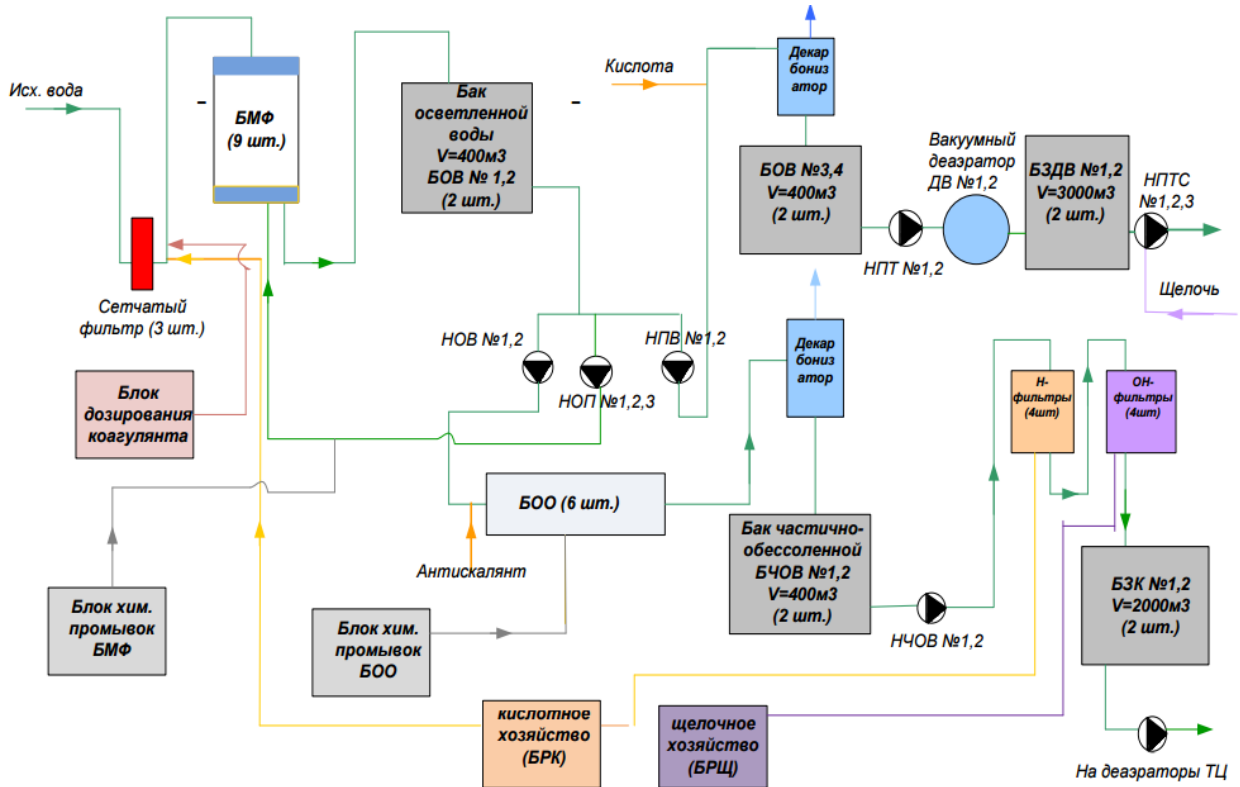


Рисунок 1 – Принципиальная схема подготовки воды

Исходная вода с температурой 20-30⁰С подается на автоматические сетчатые фильтры. Они служат для защиты мембран от механических примесей. Внутри фильтра установлены фильтрующие сетчатые экраны. Материал экрана – нержавеющая сталь, толщина фильтрации – 200 мкм. Процесс самоочистки начинается автоматически при достижении заданного перепада давления на сетке или по таймеру. Очистка осуществляется вакуумным сканером, который приводится в движение электродвигателем небольшой мощности. Для повышения эффективности очистки в исходную воду перед микрофильтрацией после сетчатых фильтров дозируется раствор коагулянта оксихлорид алюминия. Доза коагулянта составляют от 10 до 24 мгAl₂O₃/дм³. Т.к. гидролиз оксихлорида алюминия протекает в кислой среде, в исходную воду дозируется автоматически серная кислота. Доза кислоты зависит от рН (6,0-6,9). Установка микрофильтрации состоит из девяти модулей. В зависимости от требуемого расхода в работе находятся соответствующее количество модулей. Процесс мембранной фильтрации осуществляется в так называемом "тупиковом" режиме, т.е. вся вода, которая поступает на блок проходит через поры мембраны, на поверхности которой остаются все задержанные вещества. В процессе фильтрации на поверхности мембран накапливаются отложения, вызывающие закупорку пор, что ведет к увеличению трансмембранного давления (разница давлений на входе и выходе) и снижению проницаемости мембран. Удаление отложений осуществляется периодической обратной промывкой фильтроэлементов. Большая часть отложений удаляется при обратной промывке мембран осветленной водой, которая подается внутрь полых волокон, т.е. направление потока (по сравнению с процессом фильтрации) меняется на обратное. С течением времени возникает ситуация, когда проведение периодических безреагентных промывок для восстановления первоначальных параметров будет недостаточно в виду особых свойств отложений и режима работы установки мембранной фильтрации. Для восстановления исходной проницаемости мембран проводится химическая промывка модулей.

Предусмотрены следующие типы обратных промывок: кислотная, щелочная, гипохлоритом натрия, совместная – раствором гипохлорита натрия и раствором NaOH. Периодичность, интенсивность и продолжительность обратных и химических промывок зависит от качества исходной воды и характера отложений. При сильном загрязнении мембран периодически проводится длительная (от нескольких часов до суток) комплексная хим. промывка моющими растворами. Для обессоливания воды применяют различные методы: ионный обмен, дистилляция, обратный осмос и другие. Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки. Ионный обмен требует большого реагентного хозяйства, хотя и является проверенным и надежным методом. Дистилляция требует больших энергетических ресурсов и экономически целесообразна при большом солесодержании исходной воды. Обратный осмос требует минимального количества реагентов, прост в эксплуатации и занимает небольшие площади. Недостатком обратного осмоса является большой расход воды на собственные нужды. Наиболее целесообразно использовать комбинированный метод, в две стадии – на первой стадии основную часть солей удаляют при помощи технологии обратного осмоса, на второй – финишная очистка методом ионного обмена с противоточной регенерацией. Дополнительное преимущество обратного осмоса перед ионным обменом состоит в комплексном удалении загрязнений, в том числе органических, которые негативно влияют на ионообменные смолы и работу оборудования.

Обессоливание воды путем ионного обмена заключается в последовательном фильтровании через Н-катионитный, а затем ОН-фильтры. Эффективность обессоливания, сокращение удельных расходов реагентов, объема стоков достигается за счет применения современной противоточной технологии ионирования. При этом высокое качество очистки воды до требуемых показателей качества обессоленной воды обеспечивается одной ступенью ионирования. Обрабатываемая вода вводится в фильтр через верхнее дренажно-распределительное устройство, после чего она проходит сквозь слой инертного материала, затем через активную смолу и выходит через нижнее дренажно-распределительное устройство. Контроль качества воды после катионитного фильтра выполняется автоматически при помощи анализатора ионов натрия, установленного на стойке химического контроля на выходе из каждого фильтра. Контроль качества воды после ОН- фильтра выполняется автоматически при помощи 4-х канального анализатора содержания кремниевой кислоты и кондуктометра, установленного на стойке химического контроля. Отбор проб осуществляется на выходе из каждого фильтра. После пропуска заданного количества воды или при повышенном содержании ионов натрия в обработанной воде, Н-фильтр выводится автоматически на регенерацию. Показателем вывода на регенерацию ОН-фильтра является заданное количество пропущенной через фильтр воды, повышенное содержание эл. проводимости и кремнекислоты. По окончании рабочего цикла начинается цикл регенерации, который состоит из следующих этапов:

- обратная промывка с уплотнением;
- ввод регенерационного раствора;
- вытеснение регенерационного раствора (промывка по схеме регенерации);
- осаждение смолы;
- промывка по рабочей схеме.

Особое внимание при проектировании уделяется вопросам охраны окружающей среды. Помимо сокращения вредных сбросов за счет снижения объемов и изменения качественного состава, применяемых реагентов в схеме предусматривается нейтрализация кислых и щелочных стоков в баках-нейтрализаторах с постоянным автоматическим контролем качества сбрасываемых вод. Управление технологическими процессами осуществляется АСУТП. АСУТП ХВО является информационной и управляющей с выполнением следующих функций автоматизации: контроль (представление информации персоналу), сигнализация, защита, дистанционное управление, авторегулирование, блокировки и расчетные функции. Все насосное оборудование оснащено энергосберегающими частотными преобразователями, используются современные типы изоляционных теплосберегающих

материалов. Предусмотрен многоуровневый учет всех потребляемых энергоресурсов. Автоматизированная система управления установкой ХВО обеспечивает автоматическое управление установок мембранной фильтрации, обратного осмоса контроль работы установки противоточного ионирования во всех эксплуатационных режимах в соответствии с алгоритмом управления. Центральной частью АСУТП ХВО является программно-технический комплекс (ПТК), который включает в себя программируемые средства автоматизации и другие средства вычислительной техники. Кроме ПТК в состав системы входят: датчики сигналов, местные показывающие приборы, исполнительные механизмы, щитовые изделия вне ПТК, вторичные приборы, местные посты управления. Процессы контроля и управления технологическим оборудованием автоматизированы и осуществляются, в основном, со щита управления ХВО.

Ввод в эксплуатацию современной химводоочистки позволяет:

- сократить объемы хранения опасных веществ (кислота, щелочь), что повышает безопасность производства;
- сократить расход хим. реагентов на очистку воды;
- сократить численность обслуживающего персонала.

Литература

1. Живилова, Л.М. Автоматизация водоподготовительных установок и управления водно-химическим режимом ТЭС: Справочное пособие / Л.М. Живилова, В.В. Максимов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Разработка новой химводоподготовки на Казанской ТЭЦ-2.: НПП «Биотехпрогресс» г.Санкт-Петербург, 2010.