

ISSN 2072-2710

2011 / 11 (47)

**Производственно -технический
и научно -практический журнал**



ВОДОЧИСТКА

ВОДОПОДГОТОВКА

ВОДОСНАБЖЕНИЕ



**Технологии
Оборудование
Передовой опыт**



НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛУБОКООБЕССОЛЕННОЙ ВОДЫ НА ФСД-Н-ФИЛЬТРЕ В СРАВНЕНИИ С СУЩЕСТВУЮЩИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Балаев И.С.

инженер

Мельников И.А.

инженер

Репкин М.В.

инженер

Добровский С.К.

инженер

Балаева Л.И.

инженер

Представлена принципиально новая технология по получению глубокообессоленной воды. При разработке данной технологии были учтены следующие основные постулаты: смешанные ионитные слои гораздо надежнее обеспечивают высокое качество глубокообессоленной воды; «барьерный» Н-катионитный слой после обессоливания на отдельных или смешанных слоях позволяет резко сократить время на отмывку после регенерации и соответственно снизить количество сточных вод.

Ключевые слова: обессоливание, ионный обмен, фильтрация, катионит.

В настоящее время при модернизации тепловых электростанций (ТЭС) широкое применение получают энергоблоки на базе парогазовых установок (ПГУ) с поставкой в основном импортного оборудования (газовые и паровые турбины, котлы-утилизаторы и т. п.) и соответственно жесткими требованиями зарубежных поставщиков по качеству питательной воды и пара.

В частности, некоторые зарубежные поставщики нормируют следующие показатели по глубокообессоленной воде (для питания котлов-утилизаторов):

- электропроводимость – менее 0,15 мкСм/см;
- концентрации:

- натрия – менее 5 мкг/дм³;
- кремнекислоты – менее 10 мкг/дм³;
- хлоридов – менее 3 мкг/дм³;
- сульфатов – менее 3 мкг/дм³.

Существующие отечественные химводоочистки (ХВО) на ТЭС и объектах промэнергетики на такие жесткие требования не рассчитаны.

Целью настоящей публикации является анализ отечественных и зарубежных технологий по получению глубокообессоленной воды, а также презентация принципиально новой технологии.

Традиционно в отечественной практике на ХВО в качестве «барьерного» дообессоливания воды (обычно третья ступень обессоливания) применя-

ется технология ионного обмена с использованием отдельных Н-ОН-ионитных фильтров или фильтров смешанного действия (ФСД) [1].

Раздельное Н-ОН-ионирование при своей простоте в обслуживании имеет серьезные недостатки по количеству оборудования (два последовательно включенных Н- и ОН-ионитных фильтра), по низкому качеству обессоленной воды (электропроводимость 0,3-0,5 мкСм/см) и по количеству отмывочной воды после регенерации анионитных фильтров (на некоторых ТЭС анионитные фильтры отмывают по 10-15 часов).

Фильтры ФСД исключают вышеуказанные недостатки, но имеют специфические проблемы, связанные с разделением смеси ионитов (катионит и анионит) перед регенерацией. Обычно смесь ионитов делит гидравлическим путем, подавая обессоленную воду снизу вверх со скоростью и интенсивностью, достаточными для подъема всего слоя. Катионит, как более тяжелый, оседает раньше анионита. Иногда эту операцию повторяют 2-3 раза.

После разделения слоев проводят регенерацию, одновременно направляя раствор щелочи сверху вниз, а кислоты – снизу вверх с выходом отработанных растворов через средний дренаж.

В случае использования традиционных полидисперсных ионитов (средний диаметр зерен ионитов 0,3–1,2 мм) типа КУ-2-8 и АВ-17-8 практически всегда наблюдается неполное разделение смеси ионитов перед регенерацией, что приводит к переходу некоторого количества частиц катионита в натриевую форму и соответственно повышенному проскоку натрия в фильтрат. Для обеспечения нормируемого качества обессоленной воды требуется увеличение времени на окончательную отмывку перед включением ФСД в работу и соответственно увеличение количества сточных вод. По качеству глубокообессоленной воды практически всегда достигается удельная электропроводимость менее 0,2 мкСм/см.

В зарубежной практике (60–80-е годы прошлого века) для получения глубокообессоленной воды широко применялась технология Н-ОН-Н-ионирования в раздельных корпусах (последова-

тельно включенные три фильтра). При данной технологии «барьерный» Н-катионитный фильтр (после стадии Н-ОН-ионирования) позволяет резко сократить время на отмывку анионитного фильтра и соответственно снизить количество сточных вод [2].

В то же время данная технология влечет и высокие капитальные затраты на лишнее оборудование и производственные площади.

С целью снижения капитальных затрат (уменьшение площадей ХВО) фирмой «Байер АГ» (Германия) была разработана технология «Multistep», при которой раздельное Н-ОН-Н-ионирование обеспечивается в одном трехкамерном фильтре [3].

Каждая камера отделена от соседних колпачковыми «тарелками» (типа «ложное дно») и дополнительно снабжена верхними и нижними дренажами, обеспечивающими подвод и отвод регенерационных растворов.

Регенерация каждой камеры проводится сверху вниз в противоточном направлении по отношению к режиму фильтрования, а расположенные по соседству камеры защищаются блокирующей водой от загрязнения регенерационным раствором.

Качество глубокообессоленной воды после данного Н-ОН-Н-фильтра обеспечивается на высоком уровне (электропроводимость менее 0,1 мкСм/см, концентрация натрия менее 5 мкг/дм³, кремнекислоты – менее 10 мкг/дм³).

В то же время при всех достоинствах технологии «Multistep» (уменьшение производственных площадей, снижение расходов химреагентов за счет противотока, высокое качество фильтрата и т.д.) данная технология имеет ограниченное применение по причине сложной и дорогой конструкции фильтровального оборудования.

За последние 10–15 лет на ряде отечественных ТЭС и АЭС для фильтров ФСД ХВО и конденсатоочисток стали использовать импортные монодисперсные иониты (средний диаметр зерен 0,55 мм и 0,65 мм) с целью обеспечения 100%-ного разделения смеси ионитов перед регенерацией, что позволило несколько сократить время и количество воды на отмывку перед включением ФСД в работу. Но ощу-

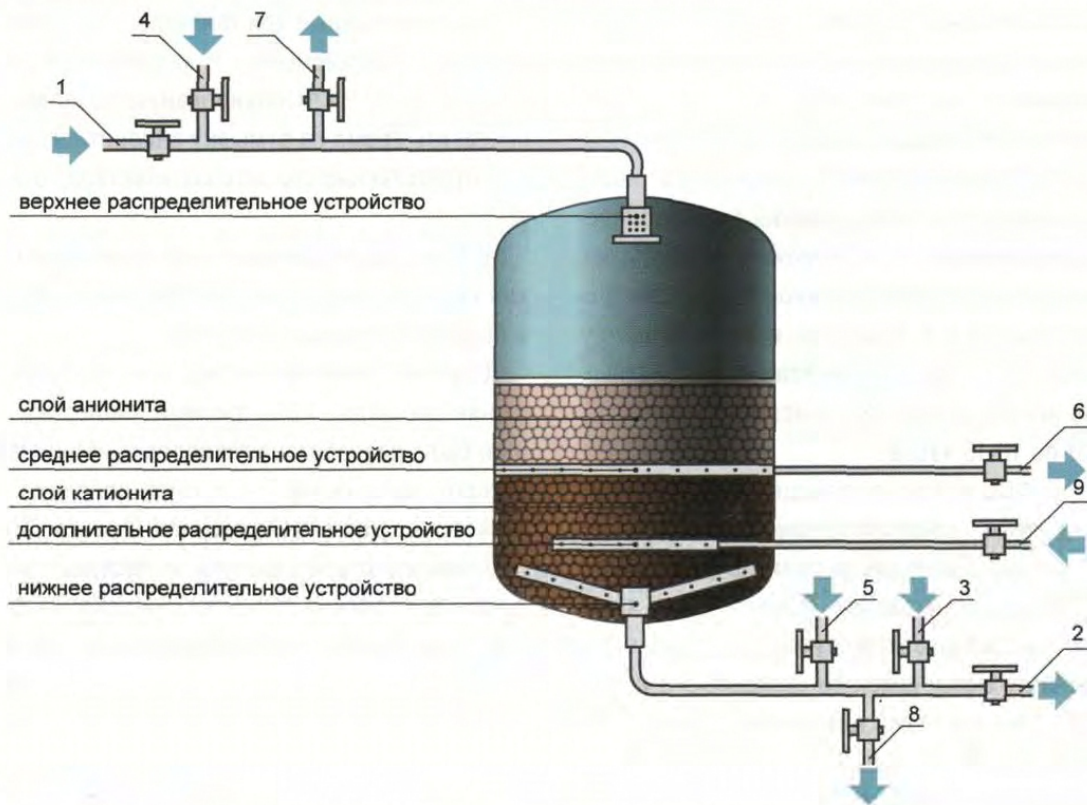


Рисунок 1

Конструкция ФСД-Н-фильтра.

1 - вход воды на обессоливание; 2 - выход обессоленной воды; 3 - подача воды на взрыхление и разделение ионитных слоев; 4 - подача щелочи; 5 - подача кислоты; 6, 7, 8 - сброс отработанных потоков; 9 - подача воздуха.

тимого эффекта по-прежнему не наблюдается. Это связано в основном с конструкцией ФСД, а именно, с явлением перехлестного попадания на катионит раствора щелочи, а на анионит раствора кислоты по линии раздела у среднего дренажа, выполненного по типу коллекторно-лучевой конструкции с щелевыми отверстиями на лучах [4].

В последние годы на российском рынке водоподготовки также активно продвигается «новая» зарубежная технология получения глубокообессоленной воды под названием электродеионизация (EDI), которая была детально проработана еще в 60-х годах прошлого века [5].

Механизм EDI представляет собой деионизацию воды электродиализом с камерами, наполненными смесью Н-катионита и ОН-анионита и выполняющей функцию ионного обмена аналогично обычному ФСД. При этом электродиализ с ионитными мембранами обеспечивает регенерацию смеси

ионитов H^+ и OH^- -ионами, полученными за счет электролитического разложения воды, а также перенос задержанных ионов из рабочих в концентрационные камеры.

Таким образом, технология EDI, по сути, представляет собой ФСД с безреагентной регенерацией ионитов за счет электрического тока.

В зарубежной практике EDI в основном используется на предприятиях электронной промышленности, где себестоимость глубокообессоленной воды не является актуальной.

Для предприятий энергетики метод EDI не является конкурентоспособным ФСД по причине высоких капитальных затрат и высокой себестоимости по получению глубокообессоленной воды за счет недолговечности работы EDI-ячеек, срок службы которых в основном не превышает 3-х лет (не может смесь ионитов фильтровать обессоленную воду свыше трех лет без взрыхляющих промывок

при перепаде давления в ячейках EDI в пределах 2–4 кгс/см²). Последняя причина наиболее актуальна в свете требований надежности и сроков службы оборудования для объектов энергетики.

Учитывая современные жесткие требования по качеству обессоленной воды, а также проблемы по эксплуатации традиционных ФСД и фильтров с отдельными слоями Н-ОН- или Н-ОН-Н-ионирования, специалистами ЗАО «ИЦ «Объединенные Водные технологии» разработана принципиально новая технология по получению глубокообессоленной воды.

При разработке данной технологии были учтены следующие основные постулаты:

- смешанные ионитные слои гораздо надежнее обеспечивают высокое качество глубокообессоленной воды;
- «барьерный» Н-катионитный слой после обессоливания на отдельных или смешанных слоях позволяет резко сократить время на отмывку после регенерации и соответственно снизить количество сточных вод.

Поэтому по новой технологии предлагается выполнить последовательное фильтрование обессоленной воды через смешанный слой ионитов

(ФСД) и Н-катионитный (барьерный) слой, то есть обеспечение ФСД-Н-фильтрования.

С целью снижения капитальных затрат и обеспечения простоты и надежности эксплуатации предусматривается использование традиционных фильтров смешанного действия с внутренней регенерацией типа ФИСДВР-2,0-0,6 с незначительной модернизацией.

Отличительной особенностью конструкции фильтра (рис. 1), обеспечивающее ФСД-Н-фильтрование, от обычного ФСД является дополнительное распредустройство (ДРУ), расположенное практически посередине между нижним (НРУ) и средним (СРУ) распределительными устройствами.

Необходимость установки ДРУ продиктована созданием двух слоев (верхний смешанный слой и нижележащий Н-катионитный слой), которые обеспечиваются при перемешивании воздухом через ДРУ после регенерации ионитов части Н-катионитного слоя и всего ОН-анионитного слоя (в обычном ФСД перемешивание воздухом осуществляется через НРУ). При этом другая часть Н-катионитного слоя (между ДРУ и НРУ) остается неперемешанной.

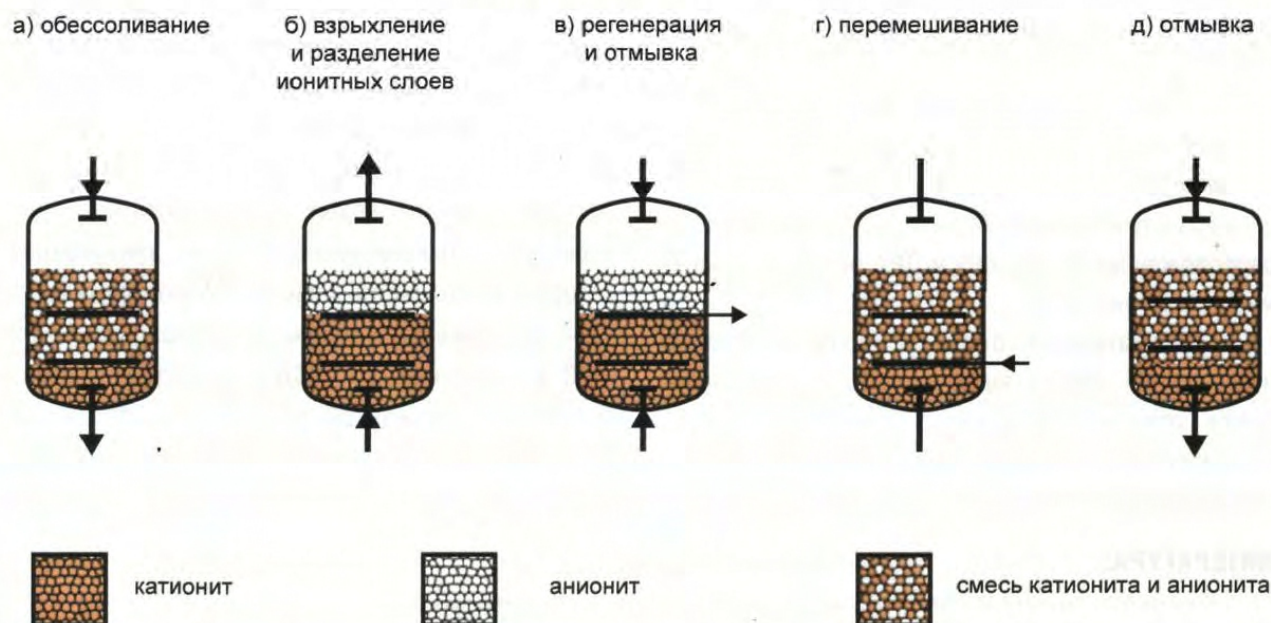


Рисунок 2
Схема работы ФСД-Н-фильтра.

Принцип работы фильтра в режиме ФСД-Н-ионирования представлен на рис. 2.

Вода на обработку поступает в фильтр через ВРУ, проходит последовательно через слой перемешанных зерен Н-катионита и ОН-анионита, через барьерный слой Н-катионита в направлении сверху вниз, а далее обессоленная вода отводится через НРУ из фильтра (рис. 2, а).

Рабочий цикл фильтра заканчивается, когда качество фильтрата по кремне- и солесодержанию приближается к предельно допустим значениям.

После отключения ФСД-Н-фильтра из работы выполняется регенерация ионов в следующей последовательности:

— взрыхление ионов водой в направлении снизу вверх через НРУ с разделением катионита (нижний слой), расположенный между НРУ и СРУ, от анионита (верхний слой), расположенный выше СРУ (рис. 2, б);

— пропуск регенерационных растворов едкого натра через слой анионита в направлении сверху вниз и кислоты через слой катионита в направлении снизу вверх. Отвод отработанных регенерационных растворов производится через СРУ. После пропуска регенерационных растворов выполняется предварительная отмывка водой в тех же направлениях, что и пропуск регенерационных растворов (рис. 2, в);

— перемешивание слоя анионита и части слоя катионита, расположенного между ДРУ и СРУ, путем подачи сжатого воздуха через ДРУ в направлении снизу вверх, а другая часть слоя катионита, расположенная между НРУ и ДРУ, остается непере­мешанной (рис. 2, г);

— окончательная отмывка водой ионов в направлении сверху вниз (рис. 2, д). При этом время отмывки смешанного слоя будет резко сокращено за счет задержания катионов натрия и нейтрализации гидратов из фильтрата нижележа-

щим Н-катионитным слоем. По окончании отмывки фильтр включается в работу.

Таким образом, представленная технология получения глубокообессоленной воды при использовании ФСД-Н-фильтра по режиму эксплуатации полностью аналогична традиционному ФСД с внутренней регенерацией.

Во время испытаний опытного ФСД-Н-фильтра производительностью 4 м³/час при фильтровании обессоленной воды (электропроводимость – 0,5 мкСм/см; концентрация натрия – 30 мкг/дм³, кремнекислоты – 40 мкг/дм³) были достигнуты следующие показатели глубокообессоленной воды:

- электропроводимость – менее 0,1 мкСм/см;
- концентрации:
 - натрия – менее 3 мкг/дм³;
 - кремнекислоты – менее 10 мкг/дм³.

Суммируя вышесказанное, мы получаем, что ФСД-Н-фильтр имеет следующие преимущества:

— в сравнении с отдельным Н-ОН- или Н-ОН-Н-фильтрованием обеспечивается получение более низкого кремне- и солесодержания в глубокообессоленной воде за счет отсутствия противоионного эффекта в смешанном слое ионов;

— в сравнении с обычными ФСД резко сокращается время окончательной отмывки и соответственно снижается количество сточных вод, а также обеспечивается получение «следов» катионов натрия в фильтрате (высокое качество глубокообессоленной воды) за счет использования барьерного Н-катионитного слоя, регенерация которого выполняется в противоточном режиме;

— капитальные затраты на перевод обычного ФСД в предлагаемый ФСД-Н-фильтр связаны в основном с установкой дополнительного распре­дустройства (упрощенная конструкция среднего дренажа коллекторно-лучевого типа).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. М.: Издательство МЭИ, 2003.
2. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. М.: Высшая школа, 1987.
3. Ионообменные технологии Lanxess – инновации XXI века // Водочистка, Водоподготовка, Водоснабжение. 2009. № 7.
4. Гребенюк В.Д., Мазо А.А. Обессоливание воды ионитами. М.: Химия, 1980.
5. Богатырев В.Л. Иониты в смешанном слое. Л.: Химия, 1968.