

УДК 628.168

**ИННОВАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ:
БЕЗРЕАГЕНТНЫЕ МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Высоцкая В.А.

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

В теплоэнергетике большое внимание уделяется качеству воды для технологических целей. Подготовка воды для котельных установок, теплосетей и систем оборотного водоснабжения является важным условием для обеспечения надёжности и экономичности работы энергооборудования.

В большинстве водоподготовительных установок, применяемых в настоящее время, используются технологические схемы, разработанные в середине прошлого века. Эти схемы включают в себя следующие методы: осветление на механических фильтрах, известкование с коагуляцией, ионный обмен, обеспечивающие высокое качество воды и простоту эксплуатации оборудования. Вместе с тем они имеют существенные недостатки, связанные, в первую очередь, с использованием агрессивных химических реагентов и наличием большого количества высокоминерализованных стоков. Также проблемой этих схем является сложность их нейтрализации и утилизации, а также практически полное отсутствие автоматизации процессов. Применяемые технологии характеризуются и высокими эксплуатационными затратами [1].

Для сокращения эксплуатационных расходов на водоподготовку и снижения экологической нагрузки в водоподготовительные установки внедряют новые технологии, а именно: безреагентные мембранные технологии – фильтрация воды через пористые материалы, размер пор которых колеблется от микрон до тысячных их долей. В зависимости от размеров пор мембранные технологии подразделяются на обратный осмос, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и электродеионизацию.

В настоящее время, значительная часть установок, использующих мембранные технологии, комплектуется из зарубежных фильтрующих элементов. Основные преимущества таких установок заключаются в сокращении расхода реагентов на восстановление (регенерацию) мембраны, в уменьшении габаритов оборудования, снижении площадей складских помещений.

Очистка воды через микрофильтры (размер пор 0,1–1,0 мкм) позволяет задерживать взвешенные вещества, бактерии, частично коллоидные вещества и вирусы, а очистка воды ультрафильтрами (размер пор 0,01–0,1 мкм) позволяет удалять их практически полностью. Нанофильтрационные мембраны (размер пор 0,001–0,01 мкм) позволяют на 90–95 % удалять ионы, валентность которых более двух, в большинстве катионы жесткости, а также частично одновалентные ионы. Обратноосмотические мембраны (размер пор менее 0,001 мкм) практически полностью удаляют все ионы [2].

Восстановление работоспособности мембран, работающих по технологии микрофильтрации и ультрафильтрации, осуществляется проведением обратных промывок и периодическими химическими очистками, расход реагентов для

которых несравнимо ниже, чем для восстановления ионообменных смол. Поскольку загрязненные и чистые стоки в технологиях нанофльтрации и обратного осмоса разделяются, реагенты необходимы только периодически для проведения химических моек мембранных элементов. В связи с отсутствием опасных и вредных реагентов сбросные воды от мембранных установок могут сразу сбрасываться в канализацию без применения нейтрализации.

Таким образом, применяя оборудование с различной величиной пор, можно решать любые технологические проблемы, а именно предочистку воды, ее умягчение и обессоливание.

Сравнительная характеристика мембранной технологии очистки воды

Для того чтобы достоинства современной технологии очистки воды стали очевидны, сравним эксплуатационные расходы по каждой из технологий.

Предварительная очистка воды

В состав установки предочистки входит осветлитель с реагентным хозяйством (известковым, коагулянтным и флокулянтным), подогреватели исходной воды, баки сбора осветлённой воды, дозаторы известки коагулянта и активатора коагуляции, насосы возврата в осветлитель промывочной воды механических фильтров и баки сбора этой воды. Технология предполагает использование металлоемкого и энергоемкого оборудования с образованием большого количества (до 10 %) высокощелочных зашламленных вод, сброс которых без очистки недопустим. Также необходимы тонны реагентов, большое количество теплоты (подогрев воды осуществляется до температуры 30–35 °С) и электроэнергии. В данной технологии процессы только частично автоматизированы. Качество обработанной воды зависит не только от вышеперечисленных факторов, но и от качества исходной воды, размера доз коагулянта и известки, обеспечения параметров рН среды, порядка ввода реагентов в обрабатываемую воду, а также от сезонных колебаний качества обрабатываемой воды [2].

Большим недостатком традиционной установки предварительной очистки воды является громоздкость складских отапливаемых помещений. При увеличении производительности необходимо устанавливать дополнительное оборудование, за счёт чего дополнительно расширяется реагентное хозяйство.

Достоинством технологии является снижение жесткости воды, что снижает расход кислоты на ее деминерализацию и расход поваренной соли на умягчение.

Технология ультрафльтрации не требует реагентов, специального подогрева воды, постоянства расхода и температуры, не зависит от сезонных колебаний качества воды; оборудование работает в автоматическом режиме. Качество обработанной воды постоянное. Оборудование компактное, изготовлено из полимерных материалов, не нуждается в антикоррозионной защите, компактно, может быть смонтировано в два и более яруса, так как высота элементов менее 2 м.

Ультрафльтрация воды

Ультрафльтрация подготавливает воду для дальнейшей деминерализации, заменяя стадии известкования с коагуляцией и дополнительного фильтрования. Ультрафльтрация является лучшим вариантом подготовки воды для обратного

осмоса и деминерализации, так как при этом методе из воды удаляются не только опасные коллоидные соединения, но также железо и механические примеси. Обратные промывки мембран проводятся при небольшом перепаде давления, что позволяет удалять задержанные взвеси за счет изменения направления потока, что приводит к уменьшению расхода воды на собственные нужды (2–5 %). Данная технология характеризуется тем, что содержание взвешенных веществ в воде не превышает ПДК, за счёт чего сбросные воды могут либо повторно использоваться, либо сбрасываться в канализацию [2].

У ультрафильтрации есть и недостаток: она не позволяет изменить жесткость воды. Однако ультрафильтрация может использоваться не только для водоподготовки, но и для систем оборотного водоснабжения, очистки конденсата, сточных вод, а также для подготовки питьевой воды.

Умягчение воды

Технология умягчения воды представляет собой фильтрацию на ионообменных фильтрах, загруженных полимером – катионитом. Для избавления от жесткости воды катионит обрабатывается раствором соли, что дополнительно требует установку солевого хозяйства. В процессе поглощения катионов жесткости катионит теряет свои обменные свойства, и для их восстановления его вновь обрабатывают солью. Сбросные воды состоят из магния, натрия и хлоридов кальция, которые хорошо растворяются в воде. Утилизировать такие стоки невозможно, поэтому для достижения требуемого ПДК сбросной воды их многократно разбавляют. А это приводит к увеличению водопользования и эксплуатационных расходов [2].

Альтернативой ионообменному умягчению воды служит мембранный метод – это нанофильтрация, при которой ионы не замещаются, а задерживаются порами материала. Для предотвращения образования отложений солей двух- и более валентных ионов в порах мембран в обрабатываемую воду вводится экологически безопасный реагент – антискалант.

Для увеличения производительности нанофильтрующей установки необходимо увеличить количество фильтрующих элементов.

Обессоливание воды

Ионообменное обессоливание воды представляет собой наличие катионитовых и анионитовых фильтров, для которых обязательно применение кислот и щелочей для восстановления их обменной способности. Также для данного метода очистки необходимо наличие соответствующего складского хозяйства и обеспечения антикоррозионной защиты оборудования. Расход кислоты и щелочи на регенерацию в 2–2,5 раза выше эквивалентного количества удаленных ионов. Сточные воды агрессивны и содержат большое количество солей, для нейтрализации которых необходимы специальные очистные сооружения. Образующиеся в результате нейтрализации шламы обезвоживаются, а если нет специального оборудования для обезвоживания они сбрасываются нашламоотвал [2].

Обратноосмотическая технология обессоливания воды, как и нанофильтрационная, предназначена для задержания ионов порами, размеры которых меньше размера атомов одновалентных ионов.

Отличие обратноосмотической технологии от других – это потребность в более высоком давлении воды из-за небольшого размера пор и достаточно высокого качества обрабатываемой воды по содержанию в ней взвешенных веществ, коллоидных соединений, железа и жесткости.

Преимущества обратноосмотической технологии по сравнению с традиционной схемой двухступенчатого обессоливания:

- применения небольшого количества реагентов, необходимых только для химической промывки фильтрующих элементов;
- не допускается образование высокоминерализованных сточных вод из-за отсутствия применения большого количества реагентов для регенерации;
- исключается необходимость в нейтрализации сбросных сточных вод;
- имеем более высокую степень удаления из обрабатываемой воды органических соединений и коллоидной кремнекислоты, чем при ионном обмене;
- имеем небольшое количество обслуживающего персонала;
- маловероятность сбоев, вызванных человеческим фактором;
- компактность установок;
- ненужность антикоррозионной защиты оборудования.

Недостатки данной технологии – возможность образования большого количества сбросных вод (до 30 %). Однако концентрация солей в сбросных водах обычно не превышает ПДК, что позволяет сбрасывать их в промливневую канализацию. Если применять умягчение перед обратным осмосом сбросные воды могут быть утилизированы [2].

Возможности и перспективы использования мембранных технологий

Мембранное оборудование можно использовать совместно с ионообменным – это позволит исключить негативные факторы каждой технологии. Следовательно, замещение водоподготовительных установок на мембранные технологии обеспечивает высококачественную обработку воды, экологическую чистоту, минимальные эксплуатационные и строительные затраты.

Исходя из расчетов, выполненных ведущими компаниями, занимающимися водоподготовкой, можно сделать вывод, что рост удельной стоимости опреснения методом обратного осмоса практически не зависит от величины минерализации обрабатываемой воды, при условии, что она превышает 150 мг/дм³. Для водоподготовительных установок в Республике Беларусь нормой качества минерализационной воды составляет 300–400 мг/дм³ [2].

В системе «Белэнерго» мембранные технологии появились в 2006 году на Осиповичской мини-ТЭЦ, работающей на местных видах топлива. На сегодняшний день на Осиповичской мини-ТЭЦ эксплуатируются четыре обратноосмотических установки. Как показала практика, установки обратного осмоса нуждаются в тщательной предварительной подготовке воды, что может быть обеспечено применением ультрафильтрации [2].

Для внедрения отечественных мембранных установок в соответствии с Государственной научно-технической программой «Энергетика-2010»

Институтом физико-органической химии НАН Беларуси совместно с ОАО «Белэнергоремналадка» выполнена работа по разработке технологии и оборудования для ультрафильтрационной очистки природных вод и конденсатов. Исследовательские и конструкторские работы были завершены разработкой головного образца автоматизированной установки ультрафильтрации производительностью 30 м³/ч, изготовление которой осуществлялось в ОАО «Белэнергоремналадка». Завершающим этапом явилась организация производства автоматизированных установок ультрафильтрационной очистки на площадях ОАО «Белэнергоремналадка».

Литература

1. Автоматизация водоподготовительных установок и управления водно-химическим режимом ТЭС справочное пособие / Л.М. Живилова, В.В. Максимов – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 278 с.
2. Энергетическая стратегия: научно-практический журнал / учредители: Министерство энергетики Республики Беларусь, НПРУП «Энергетическая стратегия», 2007.