

## О ТЕХНОЛОГИЯХ ХИМОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ С СОКРАЩЕННЫМИ РАСХОДАМИ РЕАГЕНТОВ И СОКРАЩЕННЫМИ СТОКАМИ

Докт. техн. наук, проф. ДЖАЛИЛОВ М. Ф.,  
канд. техн. наук, доц. КУЛИЕВ А. М.,  
инж. ФЕЙЗИЕВ И. Г.

*Азербайджанский инженерно-строительный университет*

В результате финансовых трудностей сложилось катастрофическое положение практически на всех водоподготовительных установках (ВПУ) тепловых электрических станций СНГ. Из-за их старения происходит необратимый процесс отравления органическими соединениями, содержащимися в обрабатываемой воде, что ведет к повышению удельного расхода реагентов на регенерацию воды на собственные нужды и количества образуемых при этом стоков. Учитывая трудности внедрения экологически чистых и ресурсосберегающих технологий водоприготовления и реальную ситуацию, Азербайджанский инженерно-строительный университет предлагает новые способы регенерации ионитов [1–5], позволяющие сократить количество реагентов на их регенерацию, образуемые при этом стоки, а также расход воды на собственные нужды, и практически не требующие затрат для их внедрения. Эти технологии относятся как к Н-катионитным, так и к ОН-анионитным фильтрам химобессоливающих установок.

Некоторые из этих технологий в 1998–1999 гг. были внедрены на ВПУ Казанских ТЭЦ.

Впервые на химобессоливающей установке Казанской ТЭЦ-2 проектной производительностью 520 т/ч, работающей по «гребенчатой» схеме трехступенчатого Н-ОН-ионирования, была внедрена усовершенствованная технология «развитой» регенерации анионитных фильтров [6].

В соответствии с этой технологией первая регенерация анионитного фильтра, загруженного низко- или среднеосновным анионитом, осуществляется щелочью в количестве, превышающем его стехиометрический расход. Далее расход «свежего» реагента на регенерацию анионита принимается практически в стехиометрическом количестве. Сбор отработанного реагента при каждой регенерации и его повторное использование, кроме снижения расхода «свежего» реагента (щелочи) на регенерацию ионитов, позволяет сократить количество стоков и сбросных солей, а также воды на собственные нужды.

На Казанской ТЭЦ-2 анионитные фильтры первой, второй и третьей ступеней были загружены анионитами Варион АД ( $A_1$  – № 1–6), АН-31 ( $A_1$  – № 7 и 8) и АВ-17-8 ( $A_2$  – № 1–8 и  $A_3$  – № 1–3). Анионитные фильтры второй и третьей ступеней регенерируются совместно с фильтрами первой ступени. При отсутствии подлежащих регенерации анионитных фильтров второй и третьей ступеней регенерация анионитного фильтра первой ступени осуществлялась отдельно с удельным расходом щелочи 60 кг/м<sup>3</sup> для Варион АД и 100 кг/м<sup>3</sup> для АН-31. Удельный расход щелочи на регенерацию анионитных фильтров первой ступени ко-

лебался в пределах 87–133 г/г-экв при норме ее расхода по установке 100 г/г-экв. Срок службы анионитов на момент начала внедрения новой технологии составил 2–3 года. Пусковые работы по наладке нового режима регенерации были начаты в феврале 1998 г. Расход «свежей» щелочи, подаваемой на регенерацию А<sub>1</sub>-фильтров, постепенно снижался и был доведен практически до стехиометрического значения. Рабочая обменная емкость анионита Варион-АД (500–600 г-экв/м<sup>3</sup>) и степень очистки анионированной воды практически оставались неизменными. Величина удельного расхода щелочи на регенерацию А<sub>1</sub>-фильтров колебалась в пределах 40–43 г/г-экв.

Применительно к условиям работы ВПУ Казанской ТЭЦ-2 был также предусмотрен сбор ОРЩ после последовательной регенерации А<sub>2</sub>–А<sub>1</sub> и А<sub>3</sub>–А<sub>1</sub>-фильтров. Создаваемый при этом избыток ОРЩ применялся для регенерации А<sub>1</sub>-фильтров без использования «свежей» щелочи. Указанное позволило уменьшить расход щелочи на регенерацию анионитных фильтров.

Один из А<sub>1</sub>-фильтров за № 4 был оставлен в режиме регенерации по старой технологии. В течение же почти десяти месяцев А<sub>1</sub> – № 5 регенерировался только ОРЩ без «свежей» щелочи.

С июня по октябрь 1998 г. А<sub>1</sub> – № 4 был в ремонте и в резерве и в нем проводилась операция по отделению анионита от катионита. Это не было произведено на других анионитных фильтрах первой ступени и поставило их в иные условия работы. Несмотря на это, перегрузка анионита из А<sub>1</sub>– № 4 в А<sub>1</sub>– № 5 летом 1999 г. показала, что его результаты хуже, чем в фильтрах, регенерируемых по новой технологии.

Однако сравнение значений рабочих обменных емкостей анионитов до и после внедрения новой технологии их регенерации показало, что они практически остались без изменения. Например, изменения значений обменной емкости для А<sub>1</sub>– № 2 и № 6 за март–декабрь 1998 г. составили соответственно – 4,8 и + 4,4 %. Значение же обменной емкости анионита в А<sub>1</sub>– № 6 фильтре за период с марта 1998 г. по август 1999 г. практически не изменялось.

За этот период можно было ожидать снижение обменной емкости анионитов в условиях работы Казанской ТЭЦ-2, согласно [7], на 20–30 %. Некоторые же колебания значения обменной емкости анионита в А<sub>1</sub> – № 5 фильтре были связаны с отклонениями концентрации щелочи в ОРЩ, а не с обычно имеющим место «отравлением» анионита. Если, например, в мае 1998 г. обменная емкость составила 394, в июне – 213, то в августе уже – 459, в ноябре – 455 г-экв/м<sup>3</sup>. Если бы снижение было связано с «отравлением» анионита, то дальнейшее повышение значения обменной емкости не наблюдалось бы. Указанное подтверждается дальнейшим улучшением режима работы анионитных фильтров. Если средний удельный расход щелочи по установке за IV–XII месяцы 1998 г. составил 72, то за I–VIII месяцы 1999 г. он уменьшился до 61,6 г/г-экв.

Другие разновидности этой технологии, разработанные применительно к условиям Казанских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-3, и их внедрение показали, что и здесь удельный расход щелочи на регенерацию А<sub>1</sub>-фильтров, загрузенных анионитом Варион АД, резко снижается до 46–50 г/г-экв.

Особенно это ощущается на ВПУ ТЭЦ-3, где из-за «отравления» органическими соединениями анионитов средний удельный расход щелочи на их регенерацию за январь–июль 1998 г., т. е. до внедрения новой технологии, составил около 140 г/г-экв.

Таким образом, снижение удельного расхода щелочи на регенерацию анионитов первой ступени на ВПУ Казанских ТЭЦ № 1, 2, 3 до 40–50 г/г-экв позволило практически без изменений их обменной емкости и степени очистки воды в 2,5–3,5 раза сократить количество щелочи в стоках анионитных фильтров в целом, а также снизить удельный расход воды на собственные нужды установки.

Следует отметить, что одной из положительных особенностей внедренной на Казанских ТЭЦ технологии регенерации анионитных фильтров с повторным использованием отработанной щелочи является то, что в данном случае резко замедляется процесс «отравления» анионитов в первой ступени органическими соединениями. Это объясняется тем, что в процессе восстановления части рабочей обменной емкости этих анионитов отработанным раствором щелочи при каждой регенерации фактически происходит очистка анионита от органических соединений смесью щелочи и натриевых солей. Обычно такая специальная очистка анионита от органических соединений проводится раствором, содержащим смесь щелочи и соли.

Указанное подтвердилось в процессе специальных исследований, проведенных при осуществлении пуско-наладочных работ на анионитных фильтрах первой ступени химобессоливающей установки Казанской ТЭЦ-1 с повторным использованием ОРЩ для их регенерации. В данном случае основная часть органических соединений из анионита удаляется именно при пропускании через него ОРЩ. Причем максимальная концентрация органических соединений в составе удаляемого из цикла отработанного раствора, покидающего анионитный фильтр, превышает почти в 10 раз их концентрацию в ОРЩ.

Наряду с разработками, снижающими расход щелочи на регенерацию анионитных фильтров, на Казанской ТЭЦ-1 в январе 1999 г. была внедрена также технология парной регенерации Н-катионитных фильтров первой ступени ( $H_1$ ) на двухступенчатой химобессоливающей установке, работающей на известково-коагулированной волжской воде по «гребенчатой» схеме, производительностью 475 м<sup>3</sup>/ч.

Здесь  $H_1$ -фильтры, загруженные катионитом КУ-2-8, регенерировались раствором кислоты с нарастающей концентрацией 0,5; 2,5; 5,0 % количеством порций соответственно 30, 30 и 40 % от общего значения. Согласно же предложенной технологии, для внедрения которой не требовалось никаких изменений в технологической схеме и затратах, регенерация двух  $H_1$ -фильтров осуществлялась одновременно [8]. При этом катионит в одном из  $H_1$ -фильтров не взрыхлялся. Раствор серной кислоты с нарастающей концентрацией пропускался последовательно через два  $H_1$ -фильтра: сначала он проходил по направлению сверху—вниз через  $H_1$ -фильтр, где катионит был взрыхлен, затем отработанный раствор кислоты (ОРК) с его выхода поступал в другой фильтр по направлению снизу—вверх. Во втором фильтре катионит регенерировался во «взвешенном» состоянии, в процессе чего и взрыхлялся.

При проведении пуско-наладочных работ были определены оптимальные концентрации кислоты в порциях и их количество. Изменялся режим регенерации также и при последовательных регенерациях второй и первой ступеней Н-катионитных фильтров ( $H_2$ – $H_1$ ). При этом раствор кислоты также с нарастающей концентрацией вначале по направлению сверху—вниз пропускается через  $H_2$ . Далее ОРК после него по направ-

лению снизу—вверх проходил через  $H_1$ -фильтр. Одновременно происходит и взрыхление катионита в  $H_1$ -фильтре.

В результате пуско-наладочных работ, проведенных в январе—феврале 1999 г. на Казанской ТЭЦ-1, при кислотности воды после  $H$ -катионитных фильтров первой ступени 2,2—2,5 мг-экв/л (максимальная для условий ее работы), неизменных значениях рабочей обменной емкости КУ-2-8 430 г-экв/м<sup>3</sup> и степени очистки воды удельный расход кислоты на регенерацию  $H$ -катионитных фильтров первой и второй ступеней снизился со 128 до 102 г/г-экв при колебаниях от 85 до 110 г/г-экв. Уменьшились также удельный расход воды на собственные нужды установки, расход извести на нейтрализацию избытков кислоты, количество сбросных стоков и соли в них.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фейзиев Г. К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 192 с.
2. Джалилов М. Ф. Химическое обессоливание воды на ТЭС с сокращенными количествами реагентов и стоков. — Баку: Элм, 1996. — 150 с.
3. Фейзиев И. Г. Комбинированные методы обессоливания и умягчения воды. — Баку: Элм, 1999. — 191 с.
4. Опыт эксплуатации установки подготовки подпиточной воды теплосети на Минской ТЭЦ-3 // М. Ф. Джалилов, А. М. Кулиев, Л. С. Прибыльский и др. // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). — 1997. — № 1—2. — С. 71—75.
5. Об утилизации стоков  $H$ -катионитных фильтров химводоочисток на ТЭС // М. Ф. Джалилов, Г. Г. Фейзиева, З. В. Будько и др. // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). — 1997. — № 7—8. — С. 72—76.
6. А. с. 850599 (СССР). Способ регенерации анионитных и катионитных фильтров обессоливающей установки // Г. К. Фейзиев, М. Ф. Джалилов, А. М. Кулиев, И. Г. Исмаилов // Бюл. изобр. — 1981. — № 28.
7. Методические указания по применению ионитов на водоподготовительных тепловых электростанциях. РД 34.37.526-94. — М.: АООТ «ВТИ», 1994. — 44 с.
8. Фейзиев Г. К., Баладжанов В. М. Снижение расхода реагента при обработке воды на ТЭС // Энергетик. — 1978. — № 3. — С. 31.

Поступила 6.06.2000