

УДК 628.162.4

И.Б. СИНЕЖУК (канд. техн. наук, доц.), **Л.Г. ЗАЙЧЕНКО** (канд. техн. наук, доц.)
Донбасская Национальная академия строительства и архитектуры

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОКОВ УМЯГЧИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Статья посвящена проблеме уменьшения количества сточных вод после регенерации натрий-катионитных фильтров водоподготовительных установок, а так же вопросу экономии поваренной соли, за счет повторного использования части отработанных регенерационных растворов, как первой, так и второй ступеней катионирования. Разработан алгоритм определения основных параметров отбора отработанных регенерационных растворов на повторное использование, приведены основные экономические показатели.

натрий-катионитовые фильтры, регенерация, отработанный регенерационный раствор, повторное использование

Постановка проблемы. В настоящее время одним из главных методов умягчения воды на водоподготовительных установках промышленных предприятий является обработка ее на Na-катионитовых фильтрах. Причем на большинстве металлургических предприятий Украины сточные воды Na-катионитовых фильтров, образующиеся в процессе регенерации, на 75% состоят из поваренной соли. Эти отработанные растворы не используются повторно и сбрасываются в канализационную сеть, что приводит к засолению природных водоемов, и представляет для них большую опасность. При регенерации фильтров используется в два-три раза больше реагентов, чем необходимо стехиометрически. Отсюда вытекает принципиальная возможность повторного использования содержащейся в отработанном регенерационном растворе не прореагировавшей поваренной соли.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время известно множество способов обработки и повторного использования отработанных регенерационных растворов Na-катионитовых фильтров [1-12]. Все способы можно разбить на следующие виды:

- концентрирование отработанных регенерационных растворов, что в свою очередь приводит к повышению стоимости умягчаемой воды;
- совместная обработка сточных вод Na-катионитовых фильтров и продувочных вод парогенераторов, служащих источником сульфатов для осаждения ионов кальция из отработанных регенерационных растворов; однако при этом возникает опасность загипсования фильтров;
- метод содоизвестковой обработки сточных вод Na-катионитовых фильтров, и хотя данный метод широко известен, он все же требует значительного расхода дорогостоящих реагентов.

Более привлекательными выглядят методы регенерации Na-катионитных фильтров по которым отработанные регенерационные растворы от предыдущих регенераций используются повторно без какой-либо их обработки [13-15]. Однако все эти способы использования возвратов без обработки не имеют четких критериев отбора на повторное использование, а так же конкретных цифр по такому показателю как время подачи раствора на фильтр, что в свою очередь влияет на качество умягчаемой воды.

Целью работы является разработка комплексного метода регенерации Na-катионитовых фильтров с повторным использованием отработанных регенерационных растворов первой и второй ступеней катионирования.

Главными задачами являются: определение основных параметров отбора и повторного использования отработанного регенерационного раствора, минимально допустимой концентрации поваренной соли и соотношение времени подачи отработанного и свежего регенерационных растворов. Важно отметить, что использование таких растворов не должно влиять на продолжительность умягчения воды, т.к. именно этот показатель определяет целесообразность разработки предлагаемого способа.

Результаты многочисленных исследований по данному вопросу, проведенные в ОАО «Украинский научный центр технической экологии» совместно со специалистами кафедры «Водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов» ДонНАСА, показали, что часть отработанного регенерационного раствора и промывной воды от предыдущей регенерации могут с успехом использоваться в начале последующей регенерации фильтров первых ступеней. Причем

отработанный раствор поваренной соли отбирается как от фильтров второй ступени, так и от фильтров первой ступени. В процессе исследований были определены такие технологически важные параметры как минимальная концентрация отработанного раствора соли и соотношение времени подачи отработанного и свежего растворов, при которых не будет уменьшаться продолжительность фильтроцикла, так как с уменьшением продолжительности фильтроцикла увеличивается количество регенераций и вся экономия соли из-за этого может быть сведена на нет. Так же определены оптимальный промежуток времени и начальный момент отбора отработанных регенерационных растворов на повторное использование, так как раннее начало отбора может привести к резкому повышению жесткости отработанного раствора, а задержка с прекращением отбора может резко снизить концентрацию хлоридов и, как следствие, эффективность использования возвратов.

Промышленные и лабораторные исследования показали несовпадение максимальных значений жесткости и содержания хлоридов в отработанных регенерационных растворах во времени. Это позволило выделить периоды регенерации, когда отработанный регенерационный раствор содержит существенный избыток поваренной соли. Такой раствор может использоваться в начальный период регенерации вместо свежего раствора, с подачей впоследствии свежего раствора в количестве, уменьшенном на объем использованного отработанного раствора.

Так, согласно разработанной технологии [16-18] на повторное использование рекомендуется начинать отбор возвратов через определенное время после достижения максимальных концентраций солей жесткости в отработанном растворе, которое составляет 6-17% от общего времени регенерации и отмывки. При этом начальная концентрация поваренной соли должна быть не ниже 3,5%. Продолжать отбор необходимо до момента падения концентрации ниже той, которая была в начале отбора. Схематично алгоритм отбора приведен на рис. 1.

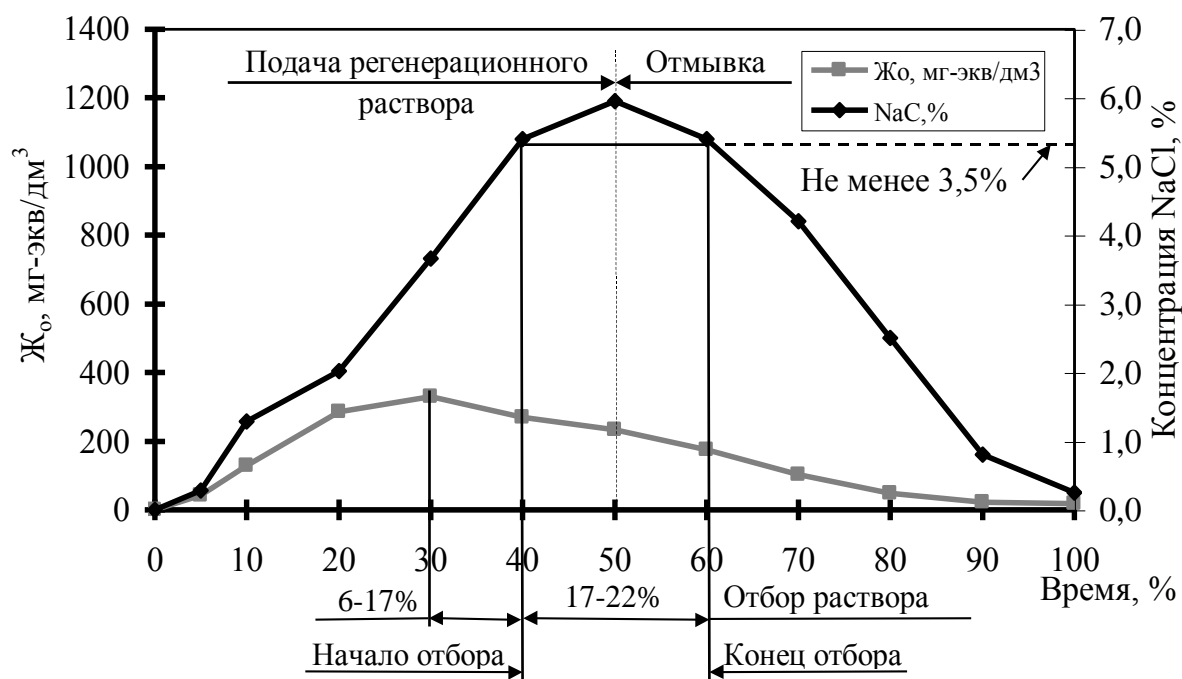


Рисунок 1 – Алгоритм определения основных параметров отбора отработанных регенерационных растворов на повторное использование

Для фильтров последующих ступеней отработанный регенерационный раствор отбирают на повторное использование согласно того же уровня концентрации поваренной соли, который был определен для фильтров первой ступени. На этот уровень производится наладка системы автоматического управления процессом отбора. Причем, отработанные растворы первой и второй ступеней катионирования смешиваются в одной емкости и используются повторно для регенерации фильтров первой ступени. Это позволяет увеличить общее количество отработанных растворов и качество смеси этих растворов. Возврат подается на натрий-катионитовые фильтры первой ступени в

начальный период регенерации в течение 30-50% времени подачи соли с последующей подачей свежего раствора до 100% времени регенерации.

Разработаны и внедрены в промышленное производство технологические схемы узлов отбора и повторного использования отработанных регенерационных растворов для пятой и шестой станций химводоочистки (ХВО-5 и ХВО-6 соответственно) Мариупольского металлургического комбината им. Ильича. Принципиальная технологическая схема узла повторного использования для условий ХВО-5 ТЭЦ-2 [19] показана на рис. 2.

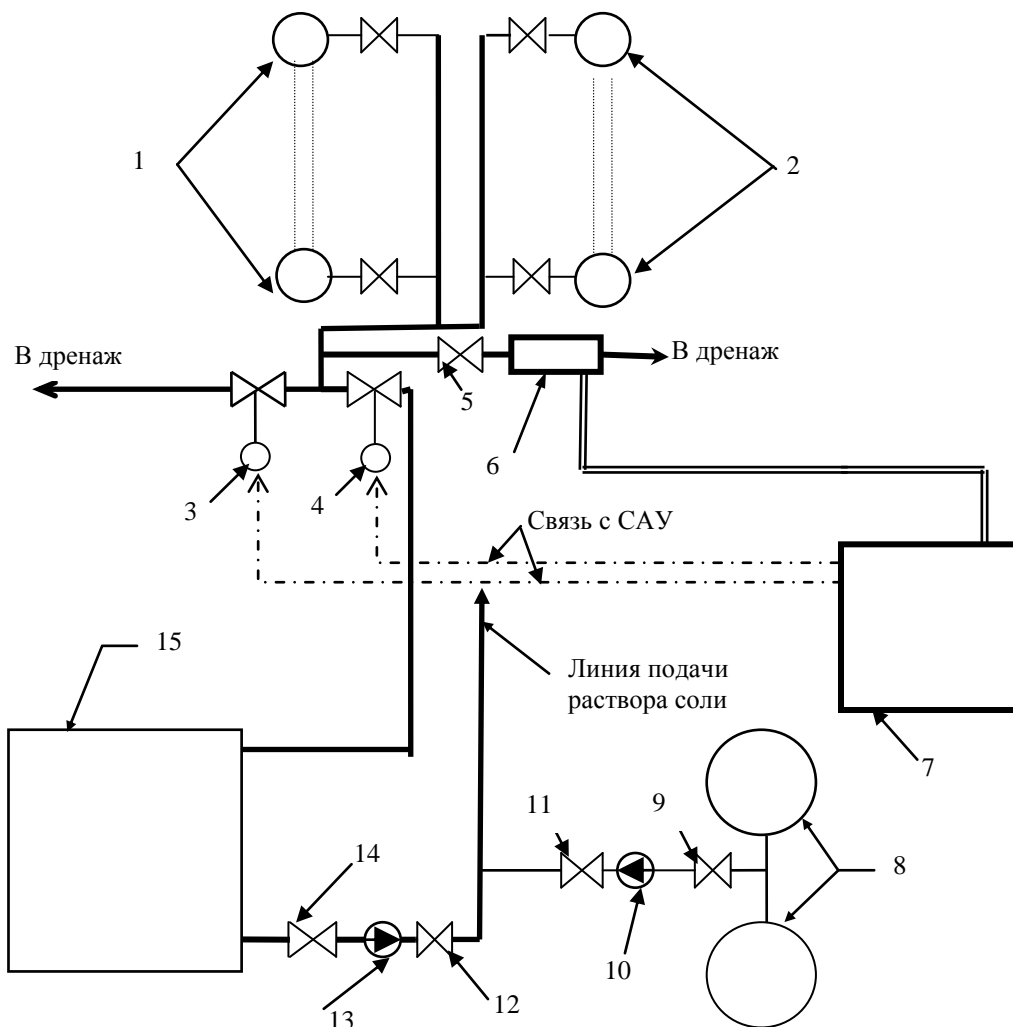


Рисунок 2 – Технологическая схема узла повторного использования отработанных регенерационных растворов на ХВО-5

1 – фильтр I ступени; 2 – фильтр II ступени; 3, 4 – электрифицированная запорная арматура; 5, 9, 11, 12, 14 – запорная арматура; 6 – датчик солемера; 7 – система автоматического управления (САУ); 8 – емкости свежего раствора соли; 10 – насос свежего раствора соли; 13 – насос отработанного раствора соли; 15 – солевая ячейка

В качестве емкости отработанных регенерационных растворов используется солевая ячейка 15. На уровне дна солевой ячейки, в машинном зале насосной, установлен насос отработанных растворов соли 13. При включении насоса в работу, подключение его нагнетательных линий к трубопроводу подачи раствора соли на Na-катионитовый фильтр, производится задвижкой 12. Для сбора отработанных регенерационных растворов проложены трубопроводы, к которым подключены все Na-катионитовые фильтры первой и второй ступеней.

При регенерации фильтров 1 и 2, отработанный раствор по линии сбора поступает на узел коммутации системы автоматического управления сбором отработанного регенерационного раствора

7. Узел состоит из электрифицированных задвижек 3 и 4, со схемами пусковой автоматики; датчика солемера 6; электронного блока, вторичного прибора с трехпозиционным сигнальным устройством.

В исходном состоянии задвижка 3 открыта, а задвижка 4 закрыта, и отработанный раствор сбрасывается в дренажный лоток. При этом вентилем 5 обеспечивается небольшой расход отработанного регенерационного раствора через проточный датчик солемера. При достижении необходимой концентрации поваренной соли в отработанном растворе, система автоматического управления производит переключение задвижек: задвижка 3 закрывается, а 4 – открывается, и отработанный раствор начинает поступать в солевую ячейку 15, где происходит его накопление и усреднение.

Затем обслуживающим персоналом открываются задвижки 12, 14, включается насос 13 и отработанные растворы соли подаются на Na-катионитные фильтры первой ступени в течение первых 12-20 минут времени подачи соли, при этом задвижки 9, 11 закрыты, а насос 10 выключен. Для подачи свежего раствора соли производятся следующие переключения: выключается насос 13; закрываются задвижки 12, 14; открываются задвижки 9, 11; включается насос 10. Свежий раствор поваренной соли подается в течение последующих 28-20 минут.

Промышленная реализация этой технологии катионирования на ХВО-5 и ХВО-6 не потребовала крупных капитальных вложений, так как по мере возможности использовались существующие емкости (солевые ямы или солевые ячейки) и коммутирующие трубопроводы.

В целом по двум станциям реализация разработанной технологии позволила сократить в среднем на 30% потребление технической поваренной соли. Кроме экономического эффекта внедрение данной технологии катионирования приводит к значительному экологическому эффекту, так как экономия потребления поваренной соли приводит к соответствующему сокращению сбросов хлоридов в окружающую среду (табл. 1).

Таблица 1 – Основные экономические показатели

| Показатель | Станция химводоподготовки | |
|--|---------------------------|-------|
| | ХВО-5 | ХВО-6 |
| 1. Экономия поваренной соли, т | 2903 | 7679 |
| 2. Годовой экономический эффект, тыс. грн. | 178 | 470 |
| 3. Сокращение валового сброса хлорид-иона, т | 1762 | 4660 |

Период окупаемости составил 5 месяцев на ХВО-5 и 10 месяцев на ХВО-6. Необходимо отметить, что в развитых странах работы считаются высокоэффективными при сроках окупаемости в 2-3 года. Разработанная технология запатентована [20].

Итак, подведем итоги. Использование отработанного раствора для регенерации фильтров первой ступени с концентрацией поваренной соли не ниже 3,5% в течение 30-50% времени регенерации с обязательной последующей подачей свежего регенерационного раствора не приводит к снижению продолжительности умягчения воды.

При этом отбор возвратов целесообразно начинать после достижения максимальных концентраций солей жесткости через время, которое составляет 6-17% от всего времени регенерации и отмывки. Продолжать отбор отработанного раствора соли необходимо до момента падения концентрации ниже той, какая была в начале отбора. Для фильтров последующих ступеней отработанный регенерационный раствор отбирают на повторное использование при том же уровне концентрации поваренной соли, как и для фильтров первой ступени. На этот уровень производится наладка системы автоматического управления процессом отбора.

Реализация технологии Na-катионирования с повторным использованием отработанных растворов поваренной соли не требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат, приводит к уменьшению потребления поваренной соли на станциях химводоподготовки в среднем на 30% и, как следствие, снижает сброс хлоридов в окружающую среду.

Библиографический список:

1. Высоцкий С.П. Мембранная и ионитная технологии водоподготовки в энергетике / С.П. Высоцкий. – К.: Техника, 1989. – 176 с.

2. Гронский Р.К. Экологическая защита водоемов от солевых сбросов водоподготовительных установок ТЭС / Р.К. Гронский, Р.Ш. Бускунов, В.А. Копейн // Теплоэнергетика. – 1986. – № 7. – С.19-21.
3. Обессоливание сточных вод предприятий черной металлургии / Ю.Н. Резников, Б.М. Граховский, Д.Д. Мягкий, И.В. Каленский. – К.: Техніка, 1984. – 104 с.
4. Бускунов Р.Ш. Применение испарителей для водоподготовки – основа создания бессточных ТЭС / Р.Ш. Бускунов // Теплоэнергетика. – 1976. – № 2. – С. 60-62.
5. Bibler Jane P. Ion exchange process for clean-up of dilute waste streams by the F/H csluent treatment facility at the Savannah reker plant / Bibler Jane P., Wallace Richard M. // Recent Dev. Ion Exchange: Int. Conf. Ion Exchange Processes, Wrexham, Apr. 13-16, 1987: Ion-Ex'87. – London, New York, 1987. – С. 173-179.
6. Фейзиев Г.К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды / Г.К. Фейзиев. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 187 с.
7. Журавлев П.И. К вопросу о реагентном умягчении отработанных растворов соли с целью их повторного использования / П.И. Журавлев // Тр. ВНИИ ВОДГЕО, серия «Водоснабжение». – 1975. – Вып. 53. – С.122-131.
8. Фейзиев Г.К. Мало- и безотходные технологии в энергетике как средство защиты окружающей среды и повышения эффективности топливоиспользования / Г.К. Фейзиев, А.М. Кулиев, М.Ф. Джалилов. – М.: ЭИИИ, 1984. – С. 215-216.
9. Клячко В.А. Подготовка воды для промышленного и городского водоснабжения / В.А. Клячко, И.Э. Апельцин. – М.: Госстройиздат, 1962. – 813 с.
10. Обработка воды на электростанциях / под ред. В.А. Голубцова. – М.: Изд-во «Энергия», 1966. – 448 с.
11. Мамченко А.В. Обессоливание воды ионитами / А.В. Мамченко, Т.И. Якимова // Химия и технология воды. – 1989. – №11. – С. 990-1011.
12. Барак К. «Degremont». Технические записки по проблемам воды / К.Барак, Ж.Бернар. – М.: Стройиздат, 1983. – 607 с.
13. Мещерский Н.А. Эксплуатация водоподготовок в металлургии / Н.А. Мещерский. – М.: Металлургия, 1988. – 400 с.
14. Способ обессоливания воды / Г.К. Фейзиев; А.с. 643432 СССР, МКИ³ С 02В 1/16// С 02В 1/46. – Опубл. 1980, Бюл. № 3.
15. Чикина Г.А. Ионообменные методы очистки веществ / Г.А. Чикина, О.Н.Мягкого. – Воронеж, 1984. – 120 с.
16. Синезук И.Б. Исследование кинетики регенерации Na-катионитовых фильтров в промышленных условиях / И.Б. Синезук // Коммунальное хозяйство городов. – Киев «Техніка», 2001. – Вып. 30. – С. 56-60.
17. Синезук И.Б. Определение начального момента и оптимального периода времени отбора отработанных регенерационных растворов на повторное использование при Na-катионировании воды / И.Б. Синезук // Инженерные системы и техногенная безопасность в строительстве. – Макеевка: ДонГАСА, 1999. – № 3(17). – С. 98-99.
18. Синезук И.Б. Влияние использования отработанных регенерационных растворов на продолжительность фильтроцикла / И.Б. Синезук // Проблемы экологии. – Донецк: ДонНТУ, 2001 – № 1. – С. 45-48.
19. Синезук И.Б. Промышленное внедрение технологии Na-катионирования с повторным использованием отработанных регенерационных растворов / И.Б. Синезук // Инженерные системы и техногенная безопасность в строительстве. – Макеевка: ДонГАСА, 1999. - № 3(17). – С. 14-15.
20. Спосіб регенерації іонообмінних фільтрів: пат. 326228 Україна, С 02F 1/42. / І.Б.Синезук, А.Я.Найманов, В.М.Павленко та інш. – Опубл. 15.02.2001, Бюл. №1.

Надійшла до редакції 02.11.10

І.Б. Синезук, Л.Г. Зайченко

ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТОКІВ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

Стаття присвячена проблемі зменшення кількості стічних вод після регенерації натрій-катионітових фільтрів установок водопідготовки, а так само питанню економії повареної солі за рахунок повторного використання частини відпрацьованих регенераційних розчинів як першої так і другої ступенів катионування. Розроблено алгоритм визначення основних параметрів відбору відпрацьованих регенераційних розчинів на повторне використання, приведені основні економічні показники.

натрій-катионітові фільтри, регенерація, відпрацьований регенераційний розчин, повторне використання

I. Sinezhuk, L. Zaichenko

REUSE OF CONCENTRATED WASTE WATER OF WATER-TREATMENT PLANTS

The paper is devoted to the problem of reducing the amount of waste water after regeneration of sodium-cationite exchangers of water-treatment plants. The problem of saving salt due to the repeated use of regeneration solutions is also considered. An algorithm of defining key parameters of selection of the spent regeneration solution for reuse is developed. The basic economic indicators are provided.

sodium-cationite exchangers, regeneration, regeneration solution, reuse

© Синезук І.Б., Зайченко Л.Г., 2010