

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМВОДООЧИСТКИ НА НАТРИЙ-КАТИОНИТНЫХ ФИЛЬТРАХ

В статье анализируется переход режима регенерации воды с противоточного на прямоточный. Результатом данного технического решения является уменьшение затрат на химические реагенты и уменьшение объема стоков. Подчеркивается, что противоточная технология АПКОРЕ позволяет получить уменьшение затрат на химические реагенты, уменьшить время проведения полного цикла регенерации, снизить потребление воды на собственные нужды и т.д.

Ключевые слова: экология, химводоочистка, натрий-катионитные фильтры, умягчение, снижение затрат.

Вопросы, связанные с использованием различных водных ресурсов для использования в промышленности и быту, сегодня имеют повышенное внимание как с точки зрения эффективного развития предприятий, использующих техническую воду, так и охране, а также мониторингу экологической ситуации [Grigashkina, Galanina, Mikhailov, Koroleva, Trush, 2017] окружающей среды. В зависимости от сферы использования и степени загрязненности ввозных ресурсов существуют различные способы и методы очистки воды [Волкова, Золотухина, Черкасова, 2018], где за основу берутся различные методологические основания [Золотухин, Золотухина, 2007].

Участок химводоочистки (ХВО) предназначен для обработки воды, поступающей из природного водоемисточника р. Томь. ХВО предусматривает улавливание из воды грубодисперсных и коллоидных примесей, а также содержащихся в ней солей. ХВО позволяет предотвратить отложение накипи, унос солей паром, коррозию металлов и исключить загрязнение обрабатываемых материалов при использовании воды в технологических процессах. Узел химводоподготовки производительностью 200 м³/ч обеспечивает очищенной водой ряд объектов предприятия, в том числе установки сухого тушения кокса (УСТК), парокотельную завода, котельную кругового фосфатного способа (КФС), конденсационную электростанцию и систему теплоснабжения завода.

Обеспечение нормативных показателей качества питательной воды достигается путем проведения основных технологических операций [Угольников., Усов, 2004]; [Михайлова, Михайлов, 1993]; [Карташов, 2019]:

- предварительная очистка, заключающейся в снижении содержания в воде взвешенных и органических веществ, также кремния и железа веществ путем проведения коагуляции;
- очистка воды от взвешенных частиц через механические фильтры;
- умягчение воды путем снижения ее жесткости на натрий-катионитных фильтрах;
- удаление из химически очищенной воды растворенных газов.

В настоящей работе предлагается усовершенствовать технологический процесс умягчения воды путем перевода регенерации на натрий-катионитных фильтрах с прямоточного на противоточный. Целью данного проекта является снижение потребления солевого раствора при проведении регенерации, также уменьшение утилизации использованного раствора. Натрий-катионитовые фильтры предназначены для умягчения воды путем фильтрования ее через слой катионита в натриевой форме. При этом ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , обуславливающие жесткость исходной воды, задерживаются катионитом в обмен на эквивалентное количество ионов Na , что предотвращает накипеобразование в поверхностях нагрева котельных агрегатов. На рисунке 1 представлена существующая схема умягчения.

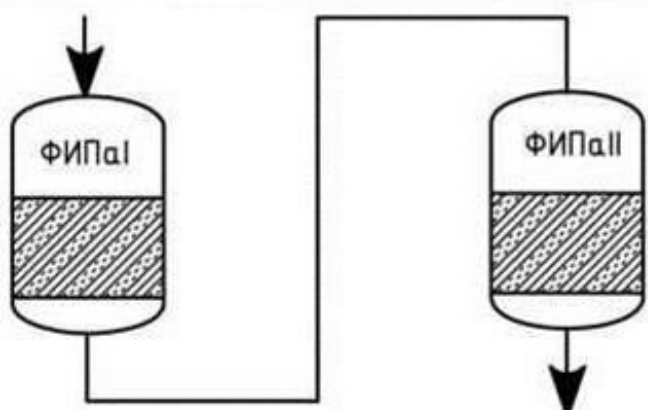


Рисунок 1 – Существующая схема умягчения: двухступенчатое-параллельноточное

В процессе эксплуатации катионит, отдавая воде ионы натрия, насыщаясь ионами кальция, и магния постепенно теряет способность умягчать воду, истощается. Для восстановления поглотительной способности фильтр периодически подвергается регенерации путем обработки катионита 6-8 % раствором поваренной соли. В существующей схеме умягчения применена прямоточная регенерация. Таким образом, обрабатываемая вода и регенерирующий раствор подаются в одном направлении – сверху вниз. В связи с этим регенерационный раствор попадает на наиболее загрязненные слои ионита и по ходу продвижения срабатывается, в результате чего для полной регенерации нижних слоев требуется значительный избыток регенерата. В дальнейшем при реконструкции ХВО предлагается рассмотреть фильтры с противоточной регенерацией. Противоточное фильтрование заключается в подаче регенерационного раствора и обрабатываемой воды в разных направлениях (рисунок 2).

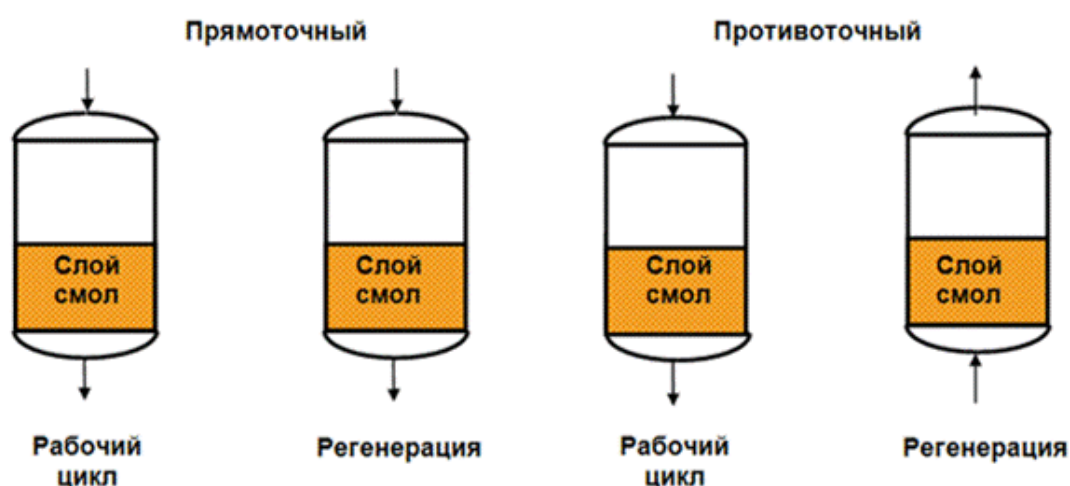


Рисунок 2 – Схема прямоточного и противоточного фильтрования

При этом очищенный раствор контактирует с наиболее регенерированным ионитом, что обеспечивает максимальное качество очистки, которое незначительно зависит от степени регенерации остальных слоев. Схема такого взаимодействия представлена на рисунке 3.

Это позволяет сократить расход регенерирующего раствора и объем регенератов. Конструкция фильтров отличается дренажно распределительным устройством, ионообменный материал засыпается почти до верхнего уровня, что позволяет увеличить рабочий фильтроцикл.

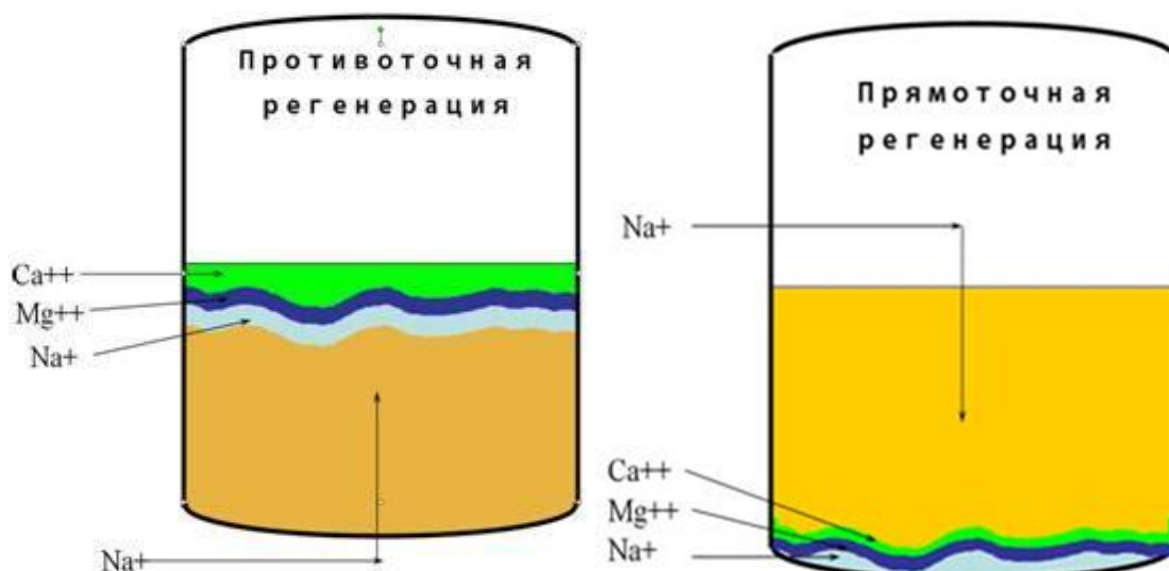


Рисунок 3 – Схема взаимодействия очищенного раствора с ионитом

За последние годы разработано большое число вариантов противоточной регенерации ионообменных смол [Рябчиков, Сибирев, Корзина, Ларионов, 2006]. Были рассмотрены различные варианты исполнения противоточных фильтров, а именно ПЬЮРОПАК и АМБЕРПАК, АПКОРЕ. Технология АПКОРЕ обладает всеми преимуществами противотока и в то же время лишена недостатков. В проведенных исследованиях в сравнении эффективности прямоточной регенерации, противоточной по способу АПКОРЕ и ПЬЮРОПАК по количеству остаточной жесткости очистка солей лучше всего проходит при работе фильтра в режиме АПКОРЕ.

Процесс АПКОРЕ предполагает наличие слоя плавающего инертного материала непосредственно под верхним распределительным устройством. Этот материал способен свободно пропускать уплотняющий или регенерирующий поток, взвешенные твердые частицы и ионитную мелочь и задерживать целые зерна ионита нормальных размеров. Это резко уменьшает потери ионообменных смол. Процесс регенерации состоит из нескольких стадий, представленных на рисунке 4.

Сначала слой ионита прижимается к инерту восходящим потоком воды, для зажатия слоя требуется всего несколько минут, затем подается раствор на регенерацию, затем следует операция медленной промывки. При этом вода подается в фильтр снизу вверх со скоростью, равной скорости раствора при реге-

нерации. После промывки в режиме вытеснения подача потока воды прерывается, и слой ионита свободно оседает. Оседание зажатого слоя продолжается от 5 до 10 минут. По окончании осаждения слой разрыхляется, мелочь мигрирует вверх и далее удаляется во время очередной операции по зажатию слоя перед регенерацией. Таким образом, предотвращается унос мелочи в другие фильтры во время рабочего цикла. Цикл регенерации завершается окончательной быстрой промывкой. Время проведения регенерации уменьшается в несколько раз.

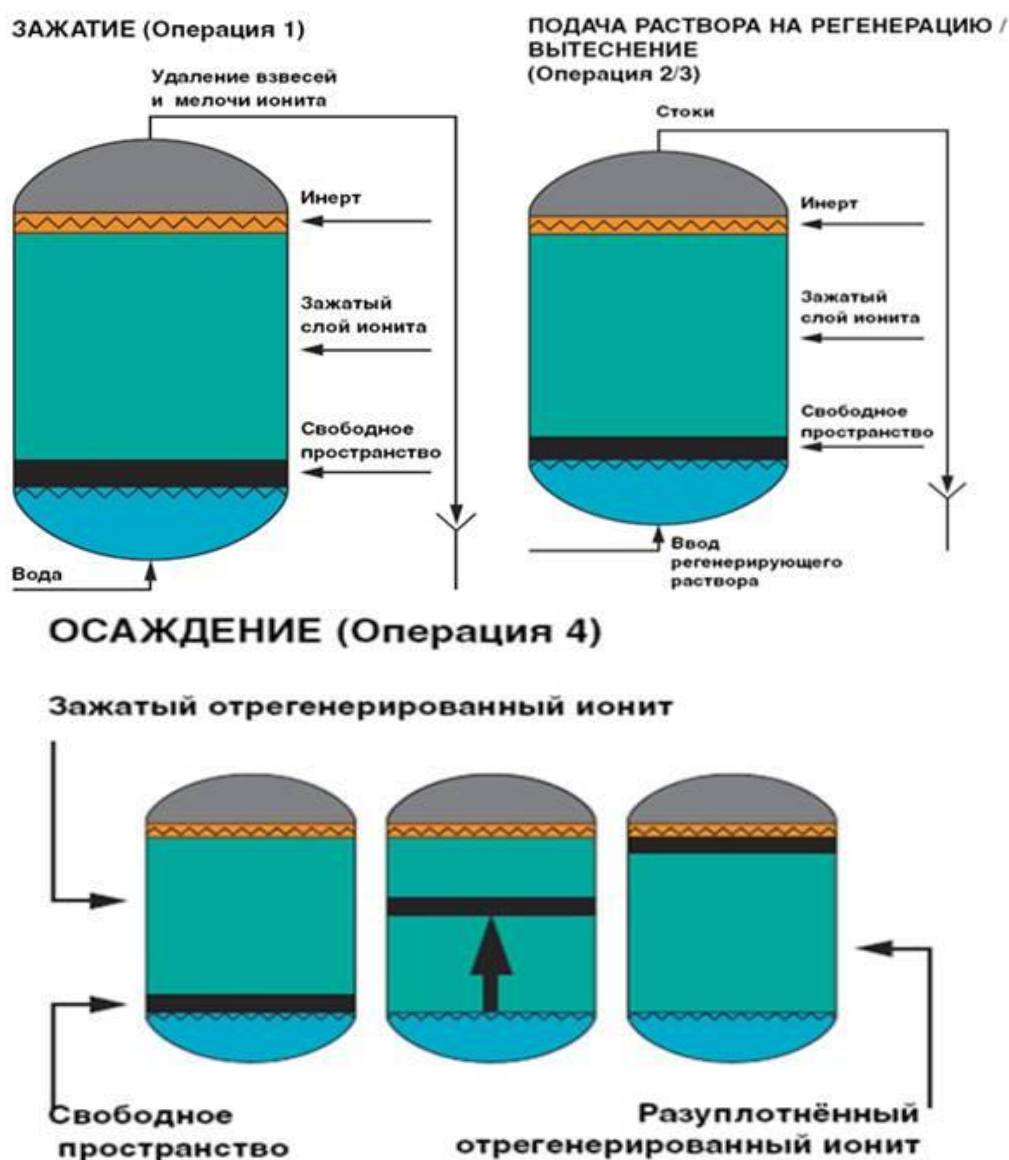


Рисунок 4 – Стадии процесса регенерации ионообменных смол

Расчеты показали [Агеев, Бурков, Зинченко, Киселева, 2005], что противоточная технология АПКОРЕ позволяет получить уменьшение затрат на химические реагенты до 30 % [Малюгин, Гайдай, 2015], увеличить в два раза общую обменную емкость, уменьшить время проведения полного цикла регене-

рации, снизить потребление воды на собственные нужды на 50 % и, как следствие, уменьшить объем стоков, что положительно повлияет на экологическую ситуацию в регионе [Mikhailov, Bugrova, 2014].

Библиографический список

- Агеев И. А., Бурков В. Н., Зинченко В. И., Киселева Т. В. Структурный анализ временных рядов данных // Автоматика и телемеханика, 2005. – № 6. – С. 161-169.
- Волкова О. И., Золотухина Н. А., Черкасова Т.Г. Обессоливание технической воды кемеровской ГРЕС ионообменным методом. // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2018. – № 2 (126). – С. 140-145.
- Золотухин В. М., Золотухина Н. А. Философские вопросы химии: проблемы и методологические основания. // Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2007. – № 2 (60). – С. 115-118.
- Карташов В. С. Отвод потока технической воды для дополнительного очищения // Сборник статей по итогам IV научно-практической конференции ПМХ, 2019. – С. 358-359.
- Малюгин А. Н., Гайдай Д. А. Эргономика и энергосбережение в строительных инновациях // Социально-экономические проблемы развития старопромышленных регионов: сборник материалов международного экономического форума, посвященного 65-летию КузГТУ, 2015. – С. 17.
- Михайлова З. Н., Михайлов Г. С. Способ разделения смеси вода-сульфат аммония-капролактамы-продукты осмоления капролактама // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология, 1993. – № 36. – С. 117.
- Рябчиков Б. Е., Сибирев А. В., Корзина Ю. Е., Ларионов С. Ю. Сравнительные исследования эффективности регенерации ионообменного фильтра различными способами // Энергосбережение и водоподготовка, 2006. – № 5 (43). – С. 2-6.
- Угольницкий Г. А., Усов А. Б. Методы иерархического управления качеством воды с учетом манипуляции центра и контригры предприятий // Водные ресурсы, 2004. – Т. 31. – № 3. – С. 375-382.
- Grigashkina S., Galanina T., Mikhailov V., Koroleva T., Trush E. Environmental and economic efficiency of comprehensive technology of sulfur oxides, nitrogen oxides and mercury removal from flue gases: E3S WEB OF CONFERENCES 2017. C. 02001.
- Mikhailov V. G., Bugrova S. M. Study of environmental management efficiency at HIMPROM PLC, KEMEROVO // In the World of Scientific Discoveries, Series B, 2014. – Vol. 2. – No. 1. – P. 73-83.

V. G. Mikhailov, A. N. Malyugin, G. S. Mikhailov, K. Yu. Wilgelm
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

CHANGE THE WATER REGENERATION MODE TO SODIUM-CATIONIC FILTERS FROM STRAIGHT THROUGHT CURRENT FLOW IN A CHEMICAL WATER SECTION

The article analyzes the transition of the water regeneration regime from countercurrent to direct-flow. The result of this technical solution is to reduce the cost of chemicals and reduce the volume of effluents. It is emphasized that the countercurrent technology of APCORE allows you to reduce the cost of chemical reagents, reduce the time of the full cycle of regeneration, reduce water consumption for your own needs, etc.

Key words: ecology, chemical water treatment, sodium-cation exchange filters, softening, cost reduction.