

УДК 621.311.2.22

Р.Т. Исмайылов

О ПОДГОТОВКЕ ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ПО НОВОЙ БЕССТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В статье рассматривается разработанная новая бессточная технология подготовки воды для систем теплоснабжения. В результате анализа и исследовании выведены математические выражения для определения основных режимных параметров бессточных установок работающие по предложенной технологической схеме.

Для подпитки систем теплоснабжения используется обессоленная, умягченная или частично – умягченная вода. Обессоленная вода используется в ТЭЦ - ях, в паровых генераторах работающих при критических и сверхкритических давлениях. Умягченная вода обычно используется для подпитки паровых генераторов работающих при низких и средних давлениях, а также для подпитки испарителей, а частично – умягченная вода используется для подпитки тепловых сетей [1].

При подготовки подпиточной воды для тепловых сетей с использованием воды из городского водопровода отпадает необходимость предварительной очистки воды от грубодисперсных примесей. Поэтому использование осветлителей для осаждения ионов жесткости с применением метода содо-известкования заметно увеличивает себестоимость умягченной воды.

Учитывая вышеизложенное разработана новая технология подготовки воды для систем теплоснабжения в случае использования в качестве исходной воды из городского водопровода. В разработанной технологии с целью подготовки частично- или полностью умягченной воды в качестве реагента используется раствор серной кислоты. Она по сравнению с раствором соляной кислоты более дешевле и удобна при эксплуатации. Кроме того, применение раствора серной кислоты позволяет удалить ионы кальция из состава отработанных регенерационных растворов в виде $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и создает условия обеспечить бессточность процесса обработки воды.

© Исмайылов Р.Т., 2010

В данной статье рассматривается технология подготовки воды для систем теплоснабжения с применением Н – катионирования с условием регенерации катионита с технометрическим количеством серной кислоты.

На рисунке а показана принципиальная схема подготовки воды путем частичного умягчения с применением Н – катионирования с «голодной» регенерацией. Исходная вода пропускается через Н – катионированный фильтр (1) и с помощью воздуха продуваемым вентилятором (3) декарбонизируется в декарбонизаторе (2). Далее частично умягченная вода собирается в бак (4), и с помощью насоса (5) пропускается через саморегенерирующийся буферный фильтр и направляется к потребителю.

При «голодной» регенерации ионы водорода полностью задерживаются катионитом и вследствие этого в отработанном регенерационном растворе и отмывочных водах кислота отсутствует. Кроме того, количество кислоты в этом режиме выбирается таким условием, что при стадии обработки не появилась вода кислого характера. Однако, учитывая вероятность появления в определенном этапе стадии обработки воды кислого характера, а также для поддержки щелочности обработанной воды в необходимом уровне за Н – катионитным фильтром устанавливают буферный саморегенерируемый фильтр с загрузкой из сульфоугля.

В этом режиме рабочая обменная емкость катионита в Н – катионитном фильтре получается низкой и тем самым неэффективно используется возможность Н – катионитного фильтра. Кроме того Н – катионирование с «голодной» регенерацией рекомендовалось применить только для вод гидрокарбонатного класса.

С целью устранения вышеуказанного недостатка присущего Н – катионированию с «голодной» регенерацией нами разработана и исследована новая технология регенерации Н – катионитного фильтра. Согласно разработанной технологии на регенерацию Н – катионитного фильтра подается раствор кислоты превышающий количество кислоты используемой при «голодной» регенерации [2].

В предложенной технологии удельное количество кислоты выбирается таким образом, что в стадии регенерации и отмывки из фильтра не выходит отработанный регенерационный раствор кислого

характера. А появление кислого фильтрата при стадии обработки исходной воды, в отличие от традиционного Н – катионирования с «голодной» регенерацией, не ограничивается.

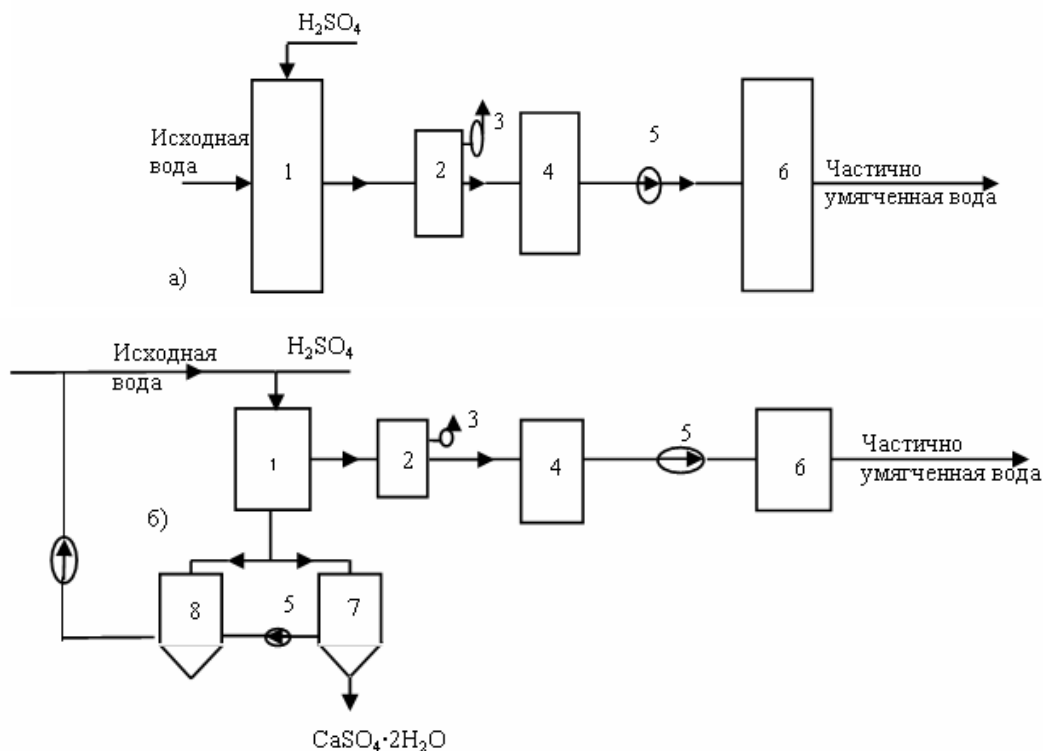


Рисунок 1 - Схема установок со сбросом стоков и бессточного водоприготовлений а) со сбросом стоков, б) бессточный

Кислотность фильтрата, появляющегося в определенном этапе обработки воды, устраняется в буферном фильтре, который все равно предусматривается устанавливать после Н – катионитного фильтра. При традиционной Н – катионировании с «голодной» регенерацией буферный фильтр можно сказать, что считается почти без действия.

Таким образом не устанавливая никакого дополнительного оборудования и не увеличивая капитальных затрат появляется возможность повысить эффективность процесса водоприготовления на счет увеличения рабочей обменной емкости катионита сульфоугля в Н – катионитном фильтре. В результате этого количество регенераций, а также количество одновременно регенерируемых фильтров уменьшается, т.е. уменьшается общее количество и Н – катионитных и буферных фильтров. За счет увеличения рабочей обменной емкости катионита уменьшается количество отработанных регенерационных растворов и вследствие этого объем сборных баков и производительность насосов уменьшается. Отмеченные преимущества предложенной технологии обуславливают создание более компактных

водоподготовительных установок при более высоких производительностях, уменьшение капиталовложений и себестоимости обработанной воды.

Проведенное нами исследование показало, что применение предложенной технологии позволяет увеличить рабочую обменную емкость катионита сульфогля при Н – катионитном фильтре на 50 – 60% по сравнению с традиционной Н – катионированием с «голодной» регенерацией.

Нами разработана также технологическая схема бессточной регенерации Н – катионитного фильтра. Согласно разработанной бессточной технологии принципиальная схема которого показано на рисунке б, концентрированная часть отработанного регенерационного раствора собирается в бак кристаллизатор (7), а разбавленная часть собирается в бак (8). После осаждения основного количества ионов кальция из ОРР в виде $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в кристаллизаторе, раствор из бака (7) также направляется в бак (8). С помощью насоса после смешивания с мало концентрированной частью раствор из бака (8) с помощью насоса (10) смешивается с исходной водой и направляется на Н – катионитный фильтр (1) для обработки. Таким образом, сточные воды образующиеся при регенерации Н – катионитного фильтра утилизируются в самом процессе водоприготовления.

При традиционной технологии Н – катионирования с «голодной» регенерацией в буферный фильтр почти не поступает фильтрат кислого характера и буферный фильтр сыграет страхующую функцию. При предложенной технологии в начальной стадии обработки буферный фильтр поступает в фильтрат кислого характера, а потом фильтрат щелочного характера. Таким образом в новой технологии буферный фильтр действует полной силой выполняя свою предназначенную функцию, и в результате обеспечивается получение фильтрата со средней остаточной щелочностью.

Для выявления основных параметров процесса водоприготовления при применении новой технологии и определения области применения данной технологии нами было получено математическое выражение.

Концентрация ионов кальция на входе Н – катионитного фильтра при бессточной технологии будет выше, чем в традиционной технологии. Причиной тому, является остаточная концентрация

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из бака кристаллизатора (7), которая смешивается с исходной водой для подачи заново в Н – катионитный фильтр. В этом случае концентрацию ионов кальция при входе из Н – катионитного фильтра можно определить следующим образом:

$$C_{\text{см}} = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{фил}}(1 - \eta)}{\eta}; \text{мг экв / л} \quad (1)$$

где $C_{\text{см}}$ – концентрация ионов кальция в смеси на входе из Н – катионитного фильтра, мг – экв/л; $C_{\text{исх}}$ – концентрация ионов кальция в исходной водопроводной воде, мг – экв/л; $C_{\text{фил}}$ – среднеостаточная концентрация ионов кальция в фильтрате за фильтроцикл, мг – экв; η - коэффициент показывающий долю осаждаемых ионов кальция в кристаллизаторе в виде $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Концентрацию осаждаемых ионов кальция в кристаллизаторе можно определить по формуле:

$$\sum \text{CaSO}_{4\text{осаж}} = \eta (C_{\text{см}} - C_{\text{фил}})mq - \text{экв} \quad (2)$$

Снижение солесодержания фильтрата будет происходить за счет снижения концентрации ионов кальция:

$$\Delta S = C_{\text{исх}} - C_{\text{фил}} \quad \text{мг экв / л} \quad (3)$$

где $C_{\text{исх}}$ - концентрация ионов кальция в исходной водопроводной воде: мг-экв/л;

Тогда остаточное общее солесодержание обработанной воды можно определить по формуле:

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{исх}} - \Delta S \quad \text{мг – экв / л} \quad (4)$$

где $C_{\text{исх}}$ - солесодержание исходной водопроводной воды, мг-экв/л.

Удельный расход серной кислоты для каждого 1м³ обработанной воды, подаваемой на регенерацию катионитного фильтра можно определить по формуле:

$$\sum \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{фил}}}{\eta} \quad \text{г – экв / м}^3 \quad (5)$$

Расход кислоты по новой технологии будет превышать расход кислоты по традиционной технологии на величину $(C_{\text{см}} - C_{\text{исх}})$ мг-экв/м. Поэтому при новой технологии щелочность обработанной воды получается более низкой. Дополнительное количество серной кислоты используется для задержания ионов кальция циркулирующих между кристаллизатором и Н – катионитным фильтром.

Концентрация кальциевых соединений циркулирующих в

технологической схеме можно определить формулой:

$$Ca_{\text{цирк}} = \frac{1-\eta}{\eta} (Ca_{\text{исх}} - Ca_{\text{фил}}) m\text{q} - \text{экв} / \text{л} \quad (6)$$

На основе вышеуказанных формул было получено выражение для определения области применения предложенной новой технологии:

$$Q_{\text{исх}} - Ca_{\text{исх}} \geq Q_{\text{доп}} - Ca_{\text{фил}} \quad (7)$$

где $Q_{\text{исх}}$ – щелочность исходной воды, мг-экв/л;

$Q_{\text{доп}}$ – допустимая средняя концентрация ионов щелочности в фильтрате, мг-экв/л, которую можно определить из выражения карбонатного индекса:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{I_k}{Ca_{\text{фил}}} \quad (8)$$

где I_k – карбонатный индекс.

Учитывая выражение (8) в выражении (7) получим зависимость для определения область применение новой технологии:

$$Q_{\text{исх}} - Ca_{\text{исх}} \geq \frac{I_k}{Ca_{\text{фил}}} - Ca_{\text{фил}} \quad (9)$$

Как следует из полученного выражения область применения новой бессточной технологии водоприготовления Н – катионированием зависит от щелочности и концентрации ионов кальция исходной воды.

Выводы

Разработана новая бессточная технология подготовки воды для тепловых сетей.

Разработанная технология позволяет повысить эффективность процесса Н – катионирования при стехнометрическом удельном расходе кислоты и расширит область применение этого метода.

Получены математические выражения для определения технологических параметров водоподготовительной установки работающей по новой бессточной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фейзиев Г.К., Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды Баку. 2009.441с.
2. Лапотышкина Н.П., Сазонов Р.П. Водоподготовка и воднохимический режим тепловых сетей. М. Энергоиздат, 1982.