**Катионирование**

**Умягчение Na+ - катионированием**

Основными уравнениями натрий-катионирования для кальциевых и магниевых солей жесткости являются:

Са(НСО3)2 + 2NaR СаR2 + 2NaНСО3



CaSO4 + 2NaR СаR2 + NaSO4



CaCl2 + 2NaR СаR2 + 2NaCl



Mg (HCO3)2 + 2NaR MgR2 + 2NaНСО3



MgSO4 + 2NaR MgR2 + NaSO4



MgCl2 + 2NaR MgR2 + 2NaCl,



Где R – полианион катионита. В уравнении R представлен однозарядным лишь формально, для упрощения записи. Фактически полианион катионита имеет потенциальное число зарядов, равное числу его функциональных групп и эквивалентно выражаемое через ПДОЕ отнесенное к объему любого зерна катионита.

В процессе натрий-катионирования общее солесодержание воды не уменьшается, оставаясь эквивалентным исходному, а в весовых единицах даже несколько увеличивается, но качественный состав солей совершенно изменяется потому, что катионы жесткости (Са2+ и Mg2+) оказываются задержанными на катионите.

**Н–Na – катионирование в процессе умягчения воды**

При Н – катионировании ионитовые фильтры загружаются катионитом уже не в Na+ - форме, а в Н+ - форме. Соответственно уравнения ионного обмена наиболее часто содержащихся в воде солей примут следующий вид:

Са(НСО3)2 + 2НR СаR2 + 2СО2 + 2Н2О



CaSO4 + 2НR СаR2 + Н2SO4



CaCl2 + 2НR СаR2 + 2НCl



Mg (HCO3)2 + 2НR MgR3 + 2СО2 + Н2О



MgSO4 + 2НR MgR2 + Н2SO4



MgCl2 + 2НR MgR2 + 2НCl,



NaНСО3 + НCl NaR + СО2 + 2Н2О



NaSO4 + 2НR NаR + Н2SO4



NaCl + НR NаR + НCl



В первой части приведенных уравнений видно, что не только катионы жесткости (Са+ и Mg2+), но и другие катионы (Na+) оказались поглощенными катионитом. Произошло полное превращение солей в кислоты. В присутствии сильных кислот (NaSO4 и НCl) бикарбонатные ионы не могут существовать: происходит их превращение в углекислый газ и воду, что приводит к полному уничтожению щелочности воды, но вода, содержащая кислоты, непригодна для использования. На практике процессом Н+ -катионирование пользуются в комбинированном процессе Н+-Na+ - катионирования, сущность которого заключается в следующем: часть потока воды обрабатывают по способу Н+-катионирования, а другую по способу Nа+-катионирования. При этом вода от первого процесса приобретает сильные кислоты, которые могут нейтрализовать излишнюю щелочность Na+ катионированной воды.

В процессе Н+-катионирования разрушаются бикарбонаты, выделяется углекислый газ (СО2), и воду необходимо декарбонизировать, т.е. удалить углекислоту в аппаратах с насадкой, называемых декарбонизаторами, путем продувания воды в противотоке воздухом.

Практически комбинированное умягчение проводят по одной из трех возможных к применению схем: параллельной, совместной и последовательной.

При параллельном умягчении вода делится на два потока, один из которых пропускается через Н+ - катионитовые фильтры, а второй – через Na+ - катионитовые фильтры. После этого оба потока объединяются; при этом, подкисленная вода Н+ - катионового фильтра нейтрализует щелочность Na+ - катионированного фильтра по схеме

НХ + NaНСО3 NaХ + СО2 + Н2О



Вода проходит декарбонизатор, в котором отделяется и эвакуируется углекислый газ путем продувания воздухом. Применение декарбонизатора приводит к разрыву струи, а потому за декарбонизатором устанавливается насос, который прокачивает декарбонизированную и нейтрализованную воду через барьерный Na+ - катионитовый фильтр для улавливания проскока жесткости и для выравнивания колебаний величины рН смешанного потока очищаемой воды. В случае излишне пониженного рН воды происходит удержание на катионите Н+ ионов и обмен их на Na ионы, т.е. повышение рН. При повышенном рН, которое после Na+ - катионирования может быть только за счет NaOH, происходит переход в воду задержанных ранее катионитом Н+ ионов и задержка на ионите Na+ катионов, т.е. происходит ликвидация излишней щелочности.

Совместное Н+ - Na+ катионирование производят без деления воды на два потока; всю воду пропускают через один фильтр, который своеобразно регенерирован, а именно: сначала катионит обрабатывается кислотой, т.е. переводится в Н+ - форму, затем через фильтр пропускается раствор поваренной соли (NaCl) в количестве, недостаточном для перевода всего катионита в Na+ форму. Такое превращение получает лишь часть (верхний слой) загрузки. Тогда процессы, происходящие при параллельном умягчении после смешения двух потоков, завершаются в одном фильтре, как в данном случае. Однако по этому способу происходят колебания величины щелочности вследствие неравномерного (и не одинакового после каждой регенерации) распределения Na+ и Н+ - формы катионита по высоте загрузки.

В соответствии с требованиями необходимо поддерживать щелочность фильтрата на уровне 0,2 – 0,3 мг-экв/л в целях предупреждения коррозии. Средняя щелочность воды, получаемой (за цикл) по этому способу, несколько выше нормы, и находится на уровне ~ 1мг-экв/л. Для завершения умягчения воды, как и по предыдущему способу, вода пропускается через декарбонизатор и Na+ - катионитовый барьерный фильтр.

Последовательное умягчение с помощью Н+ - Na+ -катионирования осуществляется путем пропускания части воды через Н+ - катионитовый фильтр, затем Na+ - катионированную воду смешивают в смесителе с остальной частью воды, при этом, происходит нейтрализация приобретенной при Н+ катионировании кислотности за счет щелочности второй части воды. Как уже известно из предыдущего материала, в этих условиях из воды должен выделится углекислый газ (СО2) и, следовательно, для его отделения воду направляют в декарбонизатор, где воздухом производят отдувку углекислого газа. После этого осуществляется умягчение всей воды на Na+ -катионитовом фильтре, а затем ее пропускают через барьерный Na+ -катионитовый фильтр второй ступени.

**Ренегерация Na+ - катионитовых фильтров**

Регенерацию Na+ - катионитовых фильтров производят 6 – 8% водным раствором поваренной соли (NaCl). При этом, расход соли при умягчении вод с содержанием сухого остатка до 800 мг/л находится в пределах 2,6 -–3,5 г-экв/г-экв регенерируемой обменной емкости. При умягчении вод с содержанием сухого остатка выше 800 мг/л допускается увеличенный расзод соли на регенерацию от 4,0 – 4,5 г-экв/г-экв.

В целях уменьшения удельного расхода соли при регенерации иногда практикуют первцю половину расходного колличества соли пропускать в виде 2 – 3%-го раствора, а вторую половину – в виде 6 – 7%-го раствора.

Скорости регенерирующих растворов обычно выдерживают на уровне 7 – 10 м/ч. после регенерации обычно следует отмывка катионита от избытка солевого раствора, оставшегося после регенерации между зернами. Полноту отмывки контролируют по содержанию хлор-ионов в отмывочной воде.

**Регенерация Н+ - катионитовых фильтров**

Регенерация Н+ - катионитовых фильтров (в системе Н+ - Na+ - катионирования) осуществляется 1,5 – 2% водным раствором серной кислоты (наиболее дешевая); более концентрированные растворы могут привести к загипсовыванию загрузки фильтров вследствие отложения кристаллов CaSО4. Удельный расход кислоты может составлять от 1,3 – 3,5 г-экв/г-экв. Скорость пропускания регенерирующего раствора рекомендуется выдерживать в пределах 8 – 10 м/ч. Благоприятной температурой регенерации следует считать 25 – 350С.

После того, как закончится пропускание раствора кислоты, следует начать отмывку катионита водой от избытка кислоты с той же скоростью пропускания отмывочной воды, это приводит к некоторому увеличению времени регенераации, на зато позволяет достичь снижения расхода отмывочной воды. Первые порции отмывочной воды, содержащие соли жесткости, можно спускать в нейтрализатор ии в канализацию (~ 10 мин), остальную воду полезно сбрасывать в бак в целях дальнешего использования для приготовления растворов кислоты в последующие регенерации.

Применение Н+ - катионирования требует сложной аппаратуры, выполненной в кислотостойком исполнении. Кроме того, возникает задача нейтрализации кислотных стоков от избытков кислоты при регенерации.