

Нормализация жесткости воды



Вода из скважин, используемых в системах автономного водоснабжения, а также и в коммунальном водоснабжении часто характеризуется повышенным содержанием так называемых солей жесткости (катионов кальция – Ca^{2+} и магния – Mg^{2+}), присутствие которых в сверхнормативном количестве приводит к образованию твердых отложений, прежде всего, на теплообменных поверхностях бытового оборудования (отопительных котлов, теплообменников, стиральных машин, водонагревателей и др.).

К сожалению, станции умягчения и сегодня еще не находят широкого применения в коммунальном водоснабжении при использовании подземных вод. В секторе индивидуального жилищного строительства на участках застройки, содержащих подземную воду с высокой общей жесткостью, проблема обеспечения населения качественной питьевой водой является еще более острой, если не пользоваться таким решением, как водоподготовка с помощью использования автономных установок умягчения (рис. 1).

Рис. 1 Установка для умягчения воды в системе автономного водоснабжения



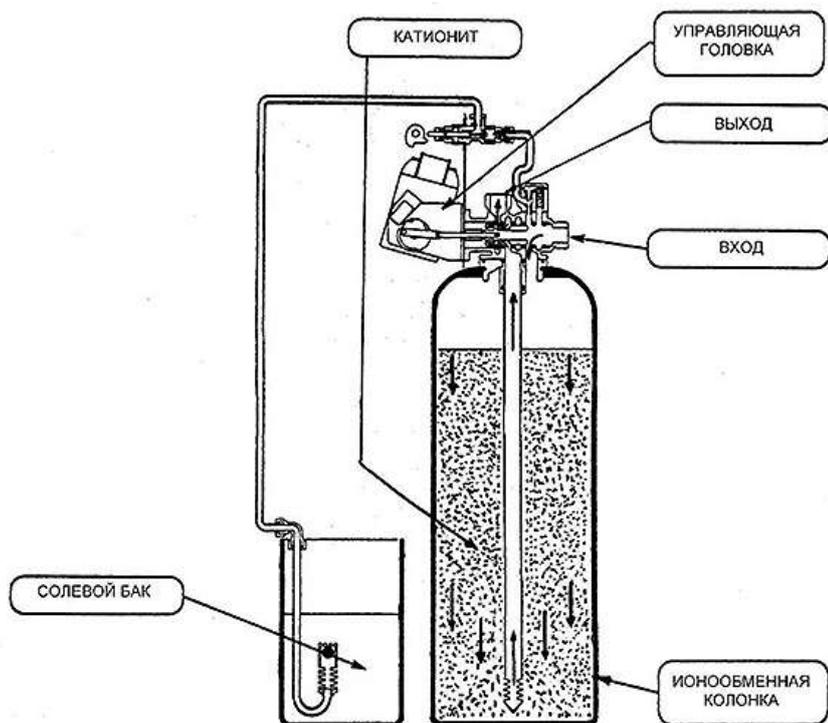
Механизм понижения жесткости

Самый распространенный метод умягчения воды (уменьшения в воде содержания ионов жесткости – кальция и магния) – натрий-катионирование, основано на способности ионообменных материалов обменивать на ионы кальция и магния ионы других веществ, не образующих накипь. Таких веществ немало, но в связи с доступностью и относительной дешевизной натрия хлорида именно он был выбран в качестве реагента для регенерации катионита. При пропуске воды через слой катионита происходит ее умягчение. Слой катионита, умягчающий воду, называют работающим слоем или зоной умягчения. При дальнейшем фильтровании воды верхние слои катионита истощаются и теряют обменную способность. В ионный обмен вступают нижние слои катионита, и зона умягчения постепенно опускается. Через некоторое время наблюдаются три зоны: работающего, истощенного и свежего катионита. Жесткость фильтрата будет постоянной до момента совмещения нижней границы зоны умягчения с нижним слоем катионита. В момент совмещения начинается «проскок» катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} и увеличение остаточной жесткости до тех пор, пока она не станет равной жесткости исходной воды (что

свидетельствует о полном истощении катионита). Тогда его следует регенерировать – пропустить через слой катионита раствор натрия хлорида, при этом обменная способность катионита восстановится.

В качестве катионита сегодня обычно используются ионообменные смолы, представленные на рынке продукцией российских и иностранных производителей. Ионообменные смолы представляют собой специально синтезированные полимерные вещества, нерастворимые в воде, чаще всего получаемые сополимеризацией полистирола или полиакрилата с дивинилбензолом. В полученный сополимер вводят функциональные группы с подвижным катионом – ионогенные группы, способные вступать в обменные реакции. Смолы применяются в ионообменных установках на основе засыпных колонок (рис. 2)

Рис. 2 Ионообменная колонка в составе установки для умягчения воды



или в картриджах (рис. 3) для умягчения воды.

Рис. 3 Картридж для умягчения воды



Конструктивно картриджи изготовлены таким образом, что провести регенерацию ионообменной смолы невозможно. Если используется ионообменная смола на основе гелесополимерстирола или дивинилбензола, то емкость по солям жесткости для 10-дюймового картриджа составляет 1000 мгэкв, а для 20-дюймового – около 2000 мгэкв. Некоторые современные картриджи имеют емкость по солям жесткости 10000 мгэкв. Однако даже их хватит на очистку только 5000–7000 л воды. Поэтому рекомендуется ставить ионообменные картриджи только на линию для подготовки горячей воды в индивидуальных системах водоснабжения. После умягчающего фильтра

надо поставить фильтр тонкой очистки, чтобы очистить воду от мутности, возникающей в результате реакции замещения.

Картриджи для деионизации воды изготавливаются с использованием специальной смеси катионита ионообменных смол. Такие фильтрующие элементы применяются в качестве постфильтров в многоступенчатых системах очистки воды. Они минимизируют суммарное содержание органических веществ и растворенных солей до допустимых значений.

Степень умягчения

Надо понимать, что полная элиминация ионов кальция и магния, содержание которых характеризуется показателем общей жесткости, из питьевой воды не желательна. Согласно нормативным документам, для замкнутых систем отопления следует использовать воду с жесткостью 0,1–0,2 мг-экв/л, а для систем горячего водоснабжения – 0,5–1 мг-экв/л. Жесткость холодной воды, используемой, в том числе, для питья, согласно СанПиН 2.1.4.599–96, должна находиться в пределах – от 1,5 до 7 мг-экв/л, при этом кальция должно быть не более 140 мг/л, а магния – не более 85 мг/л. Поэтому для получения физиологически полезной воды с жесткостью от 1,5 до 7 мг-экв/л требуется производить умягчение только части исходной воды с последующим смешением умягченной воды с оставшейся частью исходной.

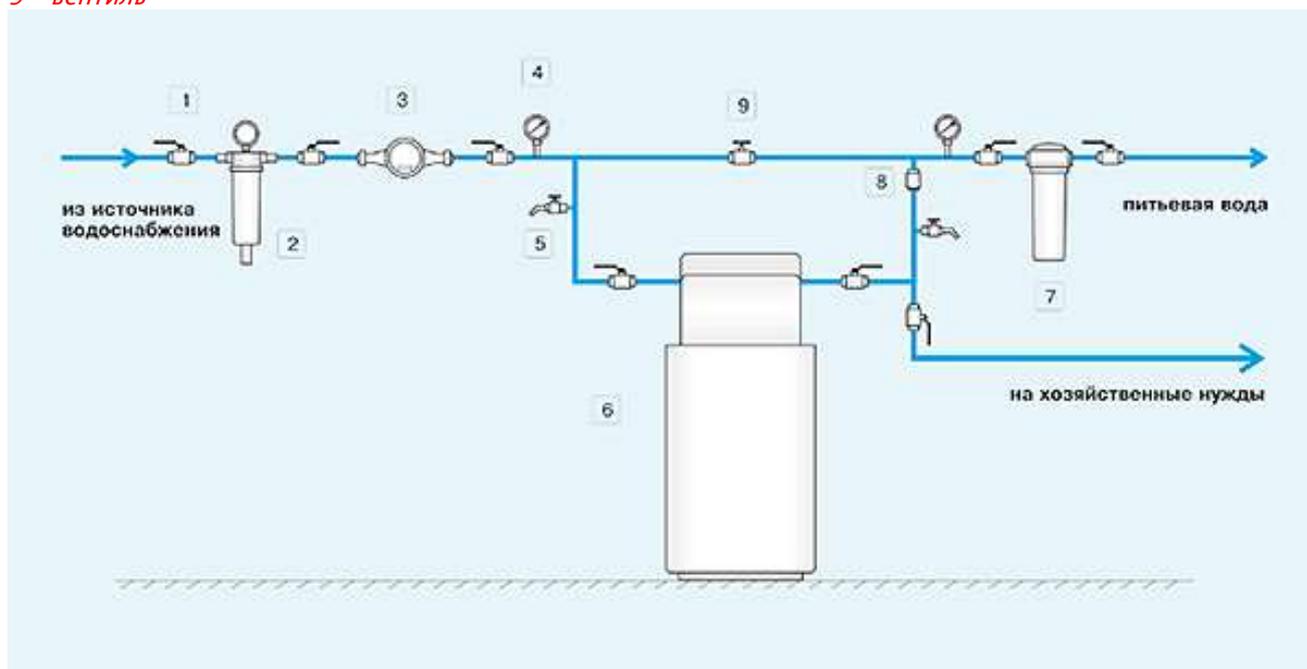
Количество воды, подлежащей умягчению, q_u , выраженное в процентах от общего количества исходной воды, согласно СНиП 2.04.02–84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», следует определять по формуле:*

$$q_u = 100 \cdot (Ж_{о.исх} - Ж_{ос}) / (Ж_{о.исх} - Ж_{у}),$$

где $Ж_{о.исх}$, $Ж_{ос}$, $Ж_{у}$ – общая жесткость, соответственно, исходной воды, воды, подаваемой потребителю, умягченной воды после фильтра-умягчителя, оЖ. С 1 января 2014 года в России введен межгосударственный стандарт ГОСТ 31865–2012 «Вода. Единица жёсткости». По этому ГОСТу жесткость выражается в градусах жесткости (°Ж). 1 °Ж соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной 1/2 его миллимоля на литр (1 °Ж = 1 мг-экв/л).

Если общая жесткость воды на вводе потребителя составляет не более 15 оЖ, то для получения качественной питьевой воды достаточно использовать установку натрий-катионитового умягчения с обводной линией для фиксированного подмеса исходной воды (рис. 4).

Рис. 4 Технологическая схема умягчения воды при жесткости менее 15 оЖ: 1 – кран шаровый; 2 – фильтр сетчатый грубой очистки; 3 – счетчик воды; 4 – манометр; 5 – кран пробоотборный; 6 – установка умягчения воды периодического действия типа «Кабинет»; 7 – фильтр тонкой очистки картриджный; 8 – обратный клапан; 9 – вентиль



Если общая жесткость исходной воды более 15 оЖ, то для получения качественной питьевой воды необходимо снизить её жесткость более, чем на 8 оЖ. При этом в питьевой воде концентрация ионов натрия будет выше ПДК

(200 мг/л). Длительное потребление питьевой воды со сверхнормативным содержанием натрия представляет опасность для сердечно-сосудистой системы человека и является причиной развития устойчивой гипертонии.

При общей жесткости воды на вводе потребителя более 15 оЖ необходимо использовать установку натрий-катионитового умягчения с бытовой обратноосмотической установкой на линии питьевой воды (рис. 5).

Рис. 5. Технологическая схема умягчения воды при жесткости более 15 оЖ: 1 — кран шаровый; 2 — фильтр сетчатый грубой очистки; 3 — счетчик воды; 4 — манометр; 5 — кран пробоотборный; 6 — установка умягчения воды периодического действия типа «Кабинет»; 7 — фильтр тонкой очистки картриджный; 8 — система обратного осмоса для питьевой воды

