

Хаматгалеева Гулия Аззамтдиновна

канд. пед. наук, доцент

Казанский кооперативный институт (филиал)

АНОО ВО ЦС РФ «Российский университет кооперации»

г. Казань, Республика Татарстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NA-КАТИОНИТОВОГО ФИЛЬТРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Аннотация: статья посвящена использованию Na-катионитового фильтра в технологическом процессе производства минеральной воды. Данный фильтр имеет широкое применение при производстве минеральной воды. В статье дана характеристика фильтра, а также описана принципиальная схема деятельности, положительные и отрицательные стороны применения фильтра в промышленности, представлен технологический расчет.

Ключевые слова: минеральная вода, параллельноточный фильтр, Na-катионитовый фильтр, технологический процесс.

Минеральные природные питьевые воды – подземные воды, добытые из водоносных горизонтов или водоносных комплексов, защищенных от антропогенного воздействия, сохраняющие естественный химический состав и относящиеся к пищевым продуктам, а при наличии повышенного содержания отдельных биологически активных компонентов (бора, брома, мышьяка, железа суммарного, йода, кремния, органических веществ, свободной двуокиси углерода) или повышенной минерализации оказывающие лечебно-профилактическое действие [1]. Минеральные воды по назначению группируют на столовые, лечебно-столовые и лечебные.

Минеральные столовые воды – воды минеральные с минерализацией до 1 г/дм³ включительно. Минеральные лечебно-столовые воды – воды минеральные с минерализацией от 1 до 10 г/дм³ включительно или с меньшей минерализацией при наличии в них биологически активных компонентов, массовая

концентрация которых не ниже бальнеологических норм оказывающие воздействие на организм человека, установленное в бальнеологическом заключении.

Минеральные лечебные воды – воды минеральные с минерализацией от 10 до 15 г/дм³ (редко большей) или минерализацией менее 10 г/дм³ при наличии в них биологически активных компонентов, массовая концентрация которых превышает бальнеологические нормы, оказывающие воздействие на организм человека, установленное в бальнеологическом заключении.

Минеральные воды по минерализации подразделяют на пресные, слабоминерализованные, маломинерализованные, среднеминерализованные и высокоминерализованные. В зависимости от химического состава минеральные воды подразделяют на группы и на гидрохимические типы. Минеральные воды по степени насыщения двуокисью углерода подразделяют на негазированные и газированные. Блок-схема производства бутилированной воды представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Технологический процесс производства минеральной воды

Для обработки минеральных вод разрешается применять различные способы, которые не изменяют содержание и соотношение катионов – кальция, магния, натрия и калия, анионов – гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, а также биологически активных компонентов в обрабатываемых минеральных водах [2]. Один из способов обработки воды является использование параллельноточного Na-катионитового фильтра.

Основные характеристики параллельноточного Na-катионитового фильтра ФИПаI-1–0,6-Na представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика Na-катионитового фильтра

Наименование	Значение
<i>1</i>	<i>2</i>
Время подачи раствора соли τ_c , ч	0,3...0,4
Время работы одного фильтра T , ч	10
Время регенерации фильтра τ_p , ч	1,5
Высота фильтра H , мм	3610
Высота над катионитовым фильтром h_v , м	0,9
Высота слоя засыпки катионита, $H_{сл}$, мм	2000
Высота слоя кварцевого песка h_n , м	0,7
Гидравлическое сопротивление, Мпа	0,9
Конечная жесткость j_k , г-экв/м ³	5
Масса засыпного материала : катионит КУ-2–8ЧС, тонна	1,4
Начальная жесткость j_n , г-экв/м ³	16
Обменная способность катионита E , г-экв/м ³	1300
Продолжительность работы линий розлива $\tau_{л}$, ч	8
Рабочее давление, Мпа	0,6
Производительность, Q , м ³ /ч	12
Скорость подачи раствора соли в фильтр v_c , м/с	0,001...0,0015
Температура рабочей среды, °С,	Не более 40

Параллельноточный Na-катионитовый фильтр в технологическом процессе производства минеральной воды позволяет смягчить воду и удалять из нее ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} (рис. 2).

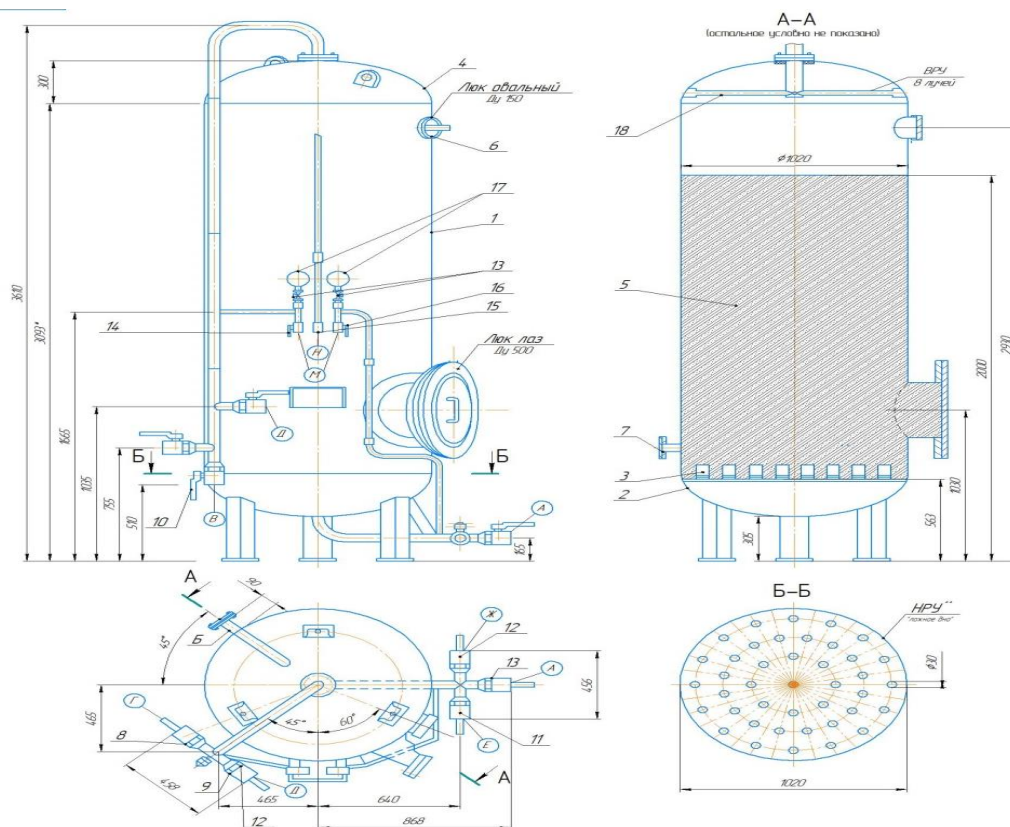


Рис. 2. На-катионитовый фильтр

Данный аппарат включает в себя следующие основные элементы:

- 1 – корпус, находится внизу под слоем катионита;
- 2 – «ложное дно» – устройство дренажно-распределительное нижнее;
- 3 – колпачки щелевые дренажные;
- 4 – устройство распределительное верхнее;
- 5 – фильтрующий материал;
- 6 – штуцер для загрузки;
- 7 – штуцер для гидровыгрузки;
- 8, 9, 10, 11, 12 – задвижки;
- 14, 15, 16 – фронт трубопроводов с запорной арматурой в виде вентилей;
- 13 – краны 3-ходовые;
- 17 – манометры;
- 19- люк для осмотра и технического обслуживания [19].

Цикловая схема работы На-катионитового фильтра:

1. Умягчение, для этого открывают задвижки 8 (полностью) и 13 (регулируют по мере поступления воды). Вода поступает через слой катионита в направлении сверху вниз в фильтр. При этом происходит умягчение воды путем обмена ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} на эквивалентное количество ионов Na^+ . Периодический проводить контроль на величину остаточной жесткости, пробу снимают через вентиль 16. После получения достаточной остаточной жесткости задвижки закрывают.

2. Взрыхление. Взрыхляют катионит перед регенерацией, с целью устранения уплотнений слежавшейся массы катионита для того, чтобы регенерационный раствор свободно поступал к зернам катионита. Катионит взрыхляют из расположенного выше бака водой отмывочной от предыдущей регенерации или же с помощью расположенного внизу специального насоса из бака. Для взрыхления открывают задвижки: 12 (полностью) и 10 (плавно, полностью). Время взрыхления – 15 минут. Контроль параметров осветленности промывочной воды, которая отбирается через вентиль 14.

При взрыхлении слой катионита расширяется, отмываются мелкие частицы. Если появляются мелкие частицы, то интенсивность взрыхления снижают за счет перекрытия задвижки 10. Через две минуты вновь повышают до появления мелочи в промывочной воде. Затем задвижки 10 и 12 закрывают.

3. Регенерация катионита. В фильтр подается раствор поваренной соли определенной концентрации. Для этого открывают задвижки на солерастворителе: 9 – полностью, 11 – на подводе регенерационного раствора у фильтра, скорость подачи раствора соли от 4 до 5 м/час в течение 15–25 минут. При проведении регенерации необходимо контролировать вытекание воды из вентилей 15. Для этого прикрывают задвижку 11 – уменьшая скорость пропускания раствора соли до появления воды из вентилей 15.

4. Отмывка катионита проводят для избавления от продуктов реакции и остатков регенерационного раствора. Для этого открывают полностью задвижку 8 и закрывают задвижку 9. Затем открывают задвижку 11 таким образом, чтобы

скорость фильтрования воды составляла 4–5 м/час (при спуске отработанного регенерационного раствора в дренаж).

Фильтрующий слой обрабатывают сжатым воздухом до подачи в фильтр промывочной воды, для повышения качества промывки. Сжатый воздух подают через нижнее дренажно-распределительное устройство.

Если периодически отбираемые пробы отмывной воды с добавлением 5% раствора соды (через вентиль 16) перестают давать заметное помутнение, то отработанный регенерационный раствор спускают в дренаж. Затем воду подают в бак отмывной воды. Скорость фильтрования при отмывке в бак регулируется вентилем 13.

Отмывку прекращают при концентрации хлоридов в исходной воде 30–50 мг/л хлора. При несоблюдении условий отмывку продолжают со смывом воды в канализацию через переливную трубу бака. По окончании процесса отмывки закрывают задвижку 11 и открывают задвижку 13 для включения фильтра на умягчение воды. Далее выполним технологический расчет катионитового фильтра для производства 1 000 000 дал воды в год (таблица 2).

Таблица 2

Технологический расчет катионитового фильтра

Наименование	Формула	Расчетное число
Площадь поверхности фильтрования (F_{ϕ}), м ³	$F_{\phi} = Q(j_H - j_K) \cdot (T + \tau_p) \div (h_K \cdot E)$	$F_{\phi} = 0,63 \text{ м}^3$
Скорость фильтрования воды через слой катионита ($v_{\text{доп}}$), м/с.	$v_{\text{доп}} = Q / (3600 \cdot F_{\phi})$	$v_{\text{доп}} = 0,005 \text{ м/с}$
Площадь поверхности фильтрования (f) одного фильтра, м ³	$f = F_{\phi} / n_{\phi}$	$f = 0,32 \text{ м}^3$
Нормальная скорость фильтрования (W_H), м/ч, при работе всех фильтров	$W_H = Q / (f \cdot \alpha),$	$W_H = 18,75 \text{ м/ч}$
Диаметр Na-катионитового фильтра (D), м	$D = (4f/\pi)^{1/2}$	$D = 0,64 \text{ м}$
Общая высота фильтра (H), м	$H = h_{\text{др}} + h_K + h_B$	$H = 3,6 \text{ м}$
Число регенераций катионита одного фильтра в сутки	$z_1 = \tau_L / (T + \tau_p)$	$z_1 = 0,69$
Суточное число регенераций двух фильтров	$z = z_1 \cdot 2$	1,38

Расход воды (W) на собственные нужды катионитовой установки, м ³ /сутки	$W = q_v \cdot f \cdot h_k \cdot z$	$W = 3,97 \text{ м}^3/\text{сутки}$
Полный часовой расход воды (W_n), в катионитовой установке, м ³ /ч	$W_n = Q + W/\tau_{\text{л}}$	$W_n = 12,49 \text{ м}^3/\text{ч}$
Расход поваренной соли на одну регенерацию (G), кг	$G = q_c \cdot f \cdot h_k \cdot E/1000$	$G = 54,08 \text{ кг}$
Суточный расход поваренной соли (G_z), кг/сутки на параллельноточный Na-катионитовый фильтр	$G_{\text{пс}} = G \cdot z$	$G_{\text{пс}} = 74,63 \text{ кг/сутки}$

Таким образом, технология использования катионитового фильтра для производства минеральной воды прошла неоднократное тестирование временем, имеет малую энергозатратность, применяется для обработки мало- и среднеминерализованных вод. Однако высокое содержание солей в отработанных растворах не позволяет сбросить в канализацию. Их также нужно довести до нормативов ПДК. А значит, потребуется дополнительное оборудование для очистки регенерационных растворов. Следовательно, данное оборудование подходит не всем предприятиям.

Причина кроется в следующем. Высокие периодические затраты на содержание оборудования, потребность в установке дополнительного оборудования, а главное, большие площади под размещение – условия, которые могут выполнить далеко не все производственные объекты.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54316–2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия (с поправками, с изменениями №1, 2, 3, 4, 5). – Введ 2012–07–01. – М.: Стандартам, 2014. – 5 с.
2. Колчаева Р.А. Производство пива и безалкогольных напитков / Р.А. Колчаева, Г.А. Ермолаева. – Агропромиздат, 1985. – 487 с.
3. Хаматгалеева Г.А. Разработка рецептуры напитка на основе воды минеральной столовой с добавлением экстракта шиповника // Современная наука и инновации. Научный журнал. – 2021. – Вып. 4 (36). – С. 141–147.