

Определение общей жесткости воды комплексометрическим методом

По термином «жесткость воды» понимают суммарную концентрацию катионов двухвалентных щелочноземельных металлов, прежде всего кальция и магния, содержащихся в питьевой и природной водах. Понятие жесткости отражает содержание разных элементов в растворе, поэтому ее принято выражать в ммоль-экв/л. При жесткости до 4 ммоль-экв/л вода считается мягкой, от 4 до 8 ммоль-экв/л – средней жесткости, от 8 до 12 ммоль-экв/л – жесткой, более 12 – очень жесткой.

Общая жесткость варьирует в широких пределах в зависимости от типа породы и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года.

От содержания в воде кальция и магния зависят ее вкусовые качества. Продолжительное употребление воды с жесткостью более 7 - 10 ммоль-экв/л может привести к серьезным заболеваниям желудка, нарушению солевого обмена, развитию мочекаменной болезни и остеохондроза.

Жесткость воды влияет на расход несинтетических моющих средств, например, хозяйственного мыла. Это происходит из-за того, что жирные кислоты вступают в реакцию с ионами кальция и магния и не участвуют в пенообразовании. Поэтому при стирке белья в жесткой воде приходится добавлять больше моющего средства.

При большом значении жесткости в воде легко образуется мутный осадок. Подаваемая в водопроводные трубы, такая вода быстро изнашивает водопроводные краны и трубопроводы.

Вместе с тем существует ряд заболеваний, для лечения которых могут быть прописаны лечебные минеральные воды, содержащие много кальция и магния.

Различают общую, временную и постоянную жесткость воды. Общая жесткость обусловлена присутствием в воде растворимых солей кальция и магния. Временная – обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов кальция и магния. Она называется временной, так как устраняется при кипячении. Постоянная (некарбонатная) жесткость вызвана присутствием других растворимых солей кальция и магния.

Внимание! Определению жесткости описанными ниже способами мешают ионы меди, цинка, марганца. При анализе проб, содержащих эти ионы, следует пользоваться специальными методиками.

Принцип метода. Трилон Б (комплексон III) – динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты образует с катионами металлов растворимые в воде внутрикислотные соединения хелатного типа. Эти комплексы обладают различной прочностью и образуются при определенных значениях pH. Катионы кальция и магния относятся к числу катионов, с которыми трилон Б образует эти комплексы в щелочной среде (pH = 9-10). Если в раствор, содержащий катионы кальция и магния, ввести индикатор, то сначала образуется непрочное соединение индикатора с этими ионами.

При добавлении трилона Б к такому окрашенному раствору все ионы кальция и магния, прежде связанные с индикатором, свяжутся с трилоном Б. В эквивалентной точке произойдет изменение окраски, при определенном значении рН, свидетельствующее о вытеснении индикатора в свободном виде. В качестве индикаторов для определения кальция и магния могут быть взяты эриохром черный Т и хромовый темно-синий.

Оборудование, реактивы и их приготовление.

1. Установка для объемного титрования
2. Индикатор рекомендуется использовать в сухом виде. Для этого 0,5 г эриохрома черного Т растирают со 100 г хлорида натрия. Индикаторная смесь при хранении не портится.
3. Трилон Б рекомендуется готовить из фиксанала. При его отсутствии для приготовления раствора трилона Б эквивалентной концентрации $C_3 = 0,05$ моль/л навеску сухого вещества трилон Б (комлексон III) 9,3 г растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1 литра.
4. Для приготовления аммиачного буферного раствора 20 г хлорида аммония растворяют в дистиллированной воде, добавляют 100 мл 25% раствора аммиака и доводят до 1 литра дистиллированной водой.

Ход определения.

1. В три конические колбы отобрать по 100 мл анализируемой пробы.
2. Добавить в каждую колбу по 10 мл аммиачного буферного раствора и сухой индикаторной смеси размером с 1,5 спичечных головки. Хорошо перемешать. Проба окрашивается в интенсивный вишневый цвет.
3. Титровать раствором Трилона Б эквивалентной концентрации $C_3 = 0,05$ моль/л медленно по каплям до перехода вишневой окраски в темно-синюю. Подождать 2 минуты и убедиться, что вишневая окраска не возобновляется. Иначе – добавить еще каплю титранта.

4. Результаты анализа внесите в таблицу:

№ анализа	Объем пробы воды для анализа ($V_{пр}$), мл.	Объем раствора трилона ($V_{тр}$), пошедший на титрование, мл	$V_{ср.(тр.)}$, мл	Ж, ммоль-экв/л
1	100	V_1		
2	100	V_2		
3	100	V_3		

5. Расчеты общей жесткости проводят по формуле

$$Ж, \text{ ммоль-экв/л} = V_{тр} \cdot C_3(тр.) \cdot 1000 / V_{пр}$$