

Маркина Э. Л.,

кандидат химических наук,

доцент кафедры общей и клинической фармакологии

Одесского медицинского института

Международного гуманитарного университета

УСТРАНЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ ФЛОТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАЛИЕВЫХ СОЛЕЙ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Аннотация. Методом флотации из раствора, содержащего катионы магния и кальция, с помощью флотореагента калий тридеканата, можно извлечь до 90% ионов магния при температуре 20° и до 30% ионов кальция при более высоких температурах и тем самым существенно уменьшить жесткость воды.

Ключевые слова: флотация, флотореагент, калий лаурат, калий мирилат, калий тридеканат, катионы кальция, катионы магния, жесткость воды.

Вода – один из самых широко используемых растворителей лекарственных средств в фармацевтической промышленности. Без применения воды не обходится ни одно фармацевтическое предприятие или аптека. Вода должна обеспечивать безопасность изготавливаемых лекарственных средств. В связи с этим к качеству воды предъявляются особые требования, которые регламентируются нормативными документами Государственной фармакопеи Украины, доп. 1.

В медицинской практике в качестве растворителя очень часто используют дистиллированную воду. Ее получают из питьевой воды, которую нужно очищать. Очищенную воду направляют для изготовления инъекционных лекарственных средств, получения пара, санитарной обработки, мытья посуды, в лабораторной практике и др. На фармацевтическом производстве очищенная вода является исходной при получении воды для инъекций.

Очищенную воду получают различными методами: дистилляцией, ионным обменом, элект-

ролизом, обратным осмосом, комбинацией этих методов или другим способом. Наиболее распространенный метод получения очищенной воды – метод дистилляции (перегонки). На качество очищенной воды влияет исходный состав питьевой воды. От того какие примеси содержит исходная вода, зависит способ ее очистки.

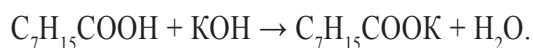
Нежелательными примесями в воде являются соли магния и кальция, которые обуславливают ее временную и постоянную жесткость, в результате чего при дистилляции воды на стенках испарителя образуется накипь. Кроме того, при перегонке жесткой воды быстро выходят из строя нагревательные элементы дистиллятора. Отмеченные выше жесткости воды устраняются путем кипячения воды (временная жесткость) и обработкой воды натрий карбонатом (постоянная жесткость) [1].

Известно [2], чтобы уменьшить содержание ионов различных солей, содержащихся, например, в сточных водах различных промышленных объектов, используют метод флотации. Этот метод широко используется также при обогащении различных руд [3; 4].

Суть флотационного метода состоит в том, что через раствор продувается воздух, к пузырькам которого прилипают частицы флотореагента (собирателя), прореагировавшего с определенным ионом в растворе, которые затем выносятся на поверхность воды. Причина такого поведения заключается в различной смачиваемости поверхности частиц водой. Частицы можно собрать с поверхности раствора механическим способом.

В качестве флотореагентов ионов при обогащении руд применяют мыла щелочных металлов [4; 5]. Некоторые из этих веществ использовались в настоящей работе для изучения процесса извлечения катионов щелочноземельных металлов (магния и кальция), всегда присутствующих в природных водах.

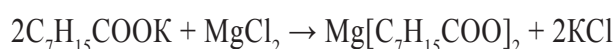
Объектами исследования служили растворы хлоридов магния и кальция, содержащие 25–30 мг/л катиона. В качестве собирателей использовались водные (0,02%) растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ) – лаурата, тридеканата и мирилата калия. Их готовили путем взаимодействия раствора калий гидроксида и соответствующей жирной карбоновой кислоты:



Образовавшиеся растворы подщелачивались до pH 11 и концентрация их всегда была меньше критической концентрации мицеллообразования [6].

Взаимодействие ионов щелочноземельных металлов с собирателями протекало быстро и сопровождалось образованием коллоидных растворов трудно растворимых мыл магния и кальция, удаление которых из растворов флотацией и составляло суть рассматриваемого флотационного метода. Установлено [7], что в случае ионной флотации выделяются фактически не ионы и молекулы, а осадки коллоидной и частицы более грубой степени дисперсности.

Методика проведения опытов. Исследуемые растворы хлоридов щелочноземельных металлов исследовались при температурах от 10 до 80 оС. Растворы сначала подогревались до необходимой температуры и помещались в термостатируемую от 10 до 80оС флотационную колонку, после чего к ним непосредственно перед флотацией добавлялся собиратель в количестве стехиометрически необходимом для образования соединения $Me[CH_3(CH_2)_nCOO]_2$, где Me – ионы Mg^{2+} или Ca^{2+} , а n – количество групп CH_2 в молекуле соли, используемой в качестве собирателя. Образование нерастворимого магний лаурата или кальций лаурата происходило по схеме:



Флотационная обработка растворов осуществлялась в стеклянной колонке диаметром 35 мм и

высотой 60 мм, дном которой служила стеклянная пористая пластинка (фильтр Шотта № 4). Объем раствора, заливаемого в колонку, равнялся 25 мл. Скорость продувания воздуха через стеклянную пористую пластинку составляла 52 см³/мин. Продолжительность флотации составила 1 мин. Пленки мыл щелочноземельных металлов, образующиеся на поверхности растворов в процессе продувания их воздухом, удалялись механически. Растворы периодически анализировались на содержание в них ионов щелочноземельных металлов. Анализ проводился трилометрическим методом [8].

Результаты проведенных исследований представлены в Таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Значения степени извлечения катионов магния из раствора с помощью ПАВ

Условия извлечения	Степень извлечения катионов Mg^{2+} (α , %)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Температура, °С	10	20	30	40	50	60	70	80
Калий лаурат	38	65	50	42	30	22	20	20
Калий тридеканат	68	86	80	70	48	26	10	8
Калий мирилат	0	0	28	50	65	72	84	74

Из Таблицы 1 следует, что при 20°С флотационным методом можно извлечь из исследуемых растворов катионы магния с помощью калий лаурата до 65% и в случае использования ПАВ калий тридеканата до 86%. При этой температуре флотореагент калий мирилат не извлекает катионы магния из раствора. Дальнейшее повышение температуры растворов от 30 до 80 оС приводит к снижению степени извлечения катионов магния с помощью двух собирателей – калий лаурат и калий тридеканат и к росту α при использовании в качестве собирателя калий мирилата (свыше 80%).

В случае флотационного извлечения катионов Ca^{2+} из раствора при температуре 20°С (Таблица 2) с помощью трех выше названных собирателей получен отрицательный результат. Ионы кальция начинают извлекаться из раствора только при повышенных температурах и в небольших количествах от 20 до 30%.

Таблиця 2
Значения степени извлечения катионов кальция из раствора с помощью ПАВ

Условия извлечения	Степень извлечения (α , %)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Температура, °С	10	20	30	40	50	60	70	80
Калий лаурат	0	0	5	6	10	12	14	22
Калий тридеканат	0	0	8	10	12	14	16	28
Калий миристант	0	0	0	0	0	12	14	16

Анализ результатов исследований, приведенных в Таблице 1, показывает, что флотационное извлечение катионов магния из исследуемых растворов с повышением температуры сначала увеличивается, а затем уменьшается. Такой закономерности не наблюдается при извлечении катионов кальция (Таблица 2). Извлечение последних из растворов с помощью калий лаурата и тридеканата при температурах от 10 до 30°C не происходит. При дальнейшем повышении температуры (40–80°C) степень извлечения катионов кальция увеличивается незначительно от 10% до 30%. В этом интервале температур флотореагент калий миристант практически не извлекает катионы кальция из раствора.

Повышение степени выделения ионов из раствора, которое происходит при относительно небольшом увеличении температуры, можно объяснить увеличением подвижности частиц сублата, что благоприятствует переходу их на границу раздела фаз жидкость – газ, а также дегидратацией и уплотнением частиц сублата, приводящим к увеличению их поверхностной активности. Уменьшение степени флотационного выделения ионов щелочноземельных металлов, происходящее при дальнейшем повышении температуры, очевидно, связано с увеличением растворимости частиц сублата, уменьшающим их частичную концентрацию в растворе.

При всех температурах с помощью флотации из раствора может быть выделена лишь та часть ионов магния и кальция, которая в процессе введения в раствор собирателя переходит в состав дисперсной фазы образующегося коллоидного раствора. Это подтверждается данными Таблицы

3, в которой отмечено влияние температуры на растворимость магний лаурата и его остаточную концентрацию в растворах, подвергнутых флотационной обработке.

Определение растворимости магний лаурата осуществлялось путем фильтрации коллоидных растворов через пергаментные ультрафильтры и анализа ультрафильтрата.

Таблиця 3

Значения остаточной концентрации магний лаурата в растворе после флотации при различных температурах

Температура, °С	20	30	40	55	60
Растворимость, моль/л $\times 10^4$	1,38	1,67	1,83	2,10	2,38
Остаточная концентрация, моль/л $\times 10^4$	1,33	1,55	1,76	2,00	2,30

Таким образом, при температуре 20°C методом флотации с помощью флотореагента калий тридеканата можно из раствора извлечь до 90% катионов магния и до 30% катионов кальция, но последние при более высоких температурах. Применение этого метода позволяет существенно уменьшить жесткость воды.

Литература:

1. Цитович И. К. Курс аналитической химии. / И. К. Цитович – М. : Высшая школа, 1985. – С. 246.
2. Себба Ф. Ионная флотация. / Ф. Себба – М. : Металлургиздат, 1965. – С. 9.
3. Абрамов А. А. Флотационные методы обогащения. / А. А. Абрамов – М. : Недра, 1984. – 383 с.
4. Теория и технология флотации руд / Под общей ред. О. С. Богданова. – М. : Недра, 1980. – 431 с.
5. Скрылев Л. Д. Влияние температуры на процесс флотационного выделения ионов никеля и кобальта, собранных лауратом калия / Л. Д. Скрылев., К. Б. Аманов., В. В. Свиридов. // Журнал прикладной химии. – 1973. – № 7. – С. 1593–1596.
6. Маркина З. Н. Определение критических концентраций мицеллообразования водных растворов мыл кондуктометрическим методом / [З. Н. Маркина, Н. Н. Цикурина, Н. З. Костова, П. А. Ребиндер] // Коллоидный журнал. – 1964. – № 1. – С. 76.
7. Кузьмин С. Ф. Флотация ионов и молекул. / С. Ф. Кузьмин, А. М. Гольман – М. : «Недра», 1971. – С. 11.
8. Пршибил Р. Комплексоны в химическом анализе. / Р. Пршибил – М. : «Мир», 1960. – С. 306.

Маркіна Е. Л. Усунення твердості води флотаційним методом з використанням калієвих солей жирних кислот

Анотація. Методом флотації з розчину, що містить катіони магнію і кальцію, за допомогою флотореагента калій тридеканата можна витягти до 90% іонів магнію при температурі 20°C і до 30% іонів кальцію при більш високих температурах і тим самим істотно зменшити твердість води.

Ключові слова: флотація, флотореагент, калій лаурат, калій міристат, калій тридеканат, катіони кальцію, катіони магнію, твердість води.

Markina E. Removing water hardness by flotation method using Potassium salts of fatty acids

Summary. Magnesium and Calcium ions were extracted by flotation method from a solution containing those cations using potassium tridecenate as flotation reagent with removing up to 90% of Magnesium ions at a temperature of 20°C and 30% of Calcium ions at higher temperatures, thereby significantly reducing the water hardness.

Key words: flotation, flotation agent, potassium laurate, potassium myristate, potassium tridecenate, Calcium cations, Magnesium cations, water hardness.