

Типичные отходы нефтепереработки включают шлам, отработанные катализаторы, фильтровальную глину и золу от сжигания. Другие фракции отходов включают продукты реакции десульфуризации дымовых газов, летучую золу, крупнозернистую золу, отработанный активированный уголь, фильтрующую пыль, неорганические соли, такие как сульфат аммония и известь от предварительной обработки воды, загрязненную нефтью почву, битум, мусор, использованные кислоты и щелочи, химикаты и многое другое.

Количество и качество сточных вод при переработке нефти зависят от размера нефтеперерабатывающего завода, типа переработки сырой нефти и качества используемой сырой нефти, а также от возраста нефтеперерабатывающего завода.

Список литературы

1. Анапольский В.Н., Очистка нефтесодержащих сточных вод / С.В. Олиферук, А.П. Романенко // С.О.К. («Сантехника. Отопление. Кондиционирование»). Москва, 2011.
2. Пономарев В.Г. Образование и очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / В.Г. Пономарев, Э.Г. Ионакимис. Москва: Союз Дизайн, 2009. 352 с.
3. Трунов, П.В. Особенности процесса очистки сточных вод в погруженных мембранных биореакторах / П.В. Трунов. Харьков: Коммунальное хозяйство заводов, 2010. 313 с.
4. Карелин Я.А. Очистка сточных вод от нефтеперерабатывающих заводов: книжное издание / Я.А. Карелин, И.А. Попова, Л.А. Евсеева, О.Я. Евсеева. Москва: Стройиздат, 1982. 184 с.
5. Захаров С.Л. Очистка сточных вод нефтебаз / С.Л. Захаров. Москва, 2002. 37 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИОНИТОВ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Кириленко В.А., Паршаков Н.М., Гузик Т.В.

*ФГБОУ ВО Кубанский государственный
технологический университет, Краснодар,
e-mail: kirilenko1408@gmail.com*

В данной работе рассматриваются понятия «иониты», «ионный обмен», виды ионитов. Рассказывается значимость явления ионного обмена в науке, в том числе аналитической химии. Приводятся важные свойства ионитов, используемые в аналитической химии: влажность, набухание, ионообменная емкость, селективность. Описывается использование ионитов в методах анализа: разделение (ионообменная хроматография), отделение мешающих ионов, обработка аналитических проб воды, удаление токсикантов, определение содержания электролитов в их смеси, анализ смеси редкоземельных металлов и регенерация ценных аналитических реактивов.

Иониты – твердые нерастворимые высокомолекулярные вещества, способные вступать в реакции ионного обмена, диссоциации и адсорбции, благодаря наличию в них специальных (ионогенных) функциональных групп. Ионный обмен, представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой (ионитов), об-

ладающей способностью обменивать ионы, содержащей в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. Выделяют два типа ионитов: катиониты (нерастворимые кислоты) – иониты, способные поглощать положительные ионы – и аниониты (нерастворимые основания) – иониты, способные поглощать отрицательные ионы. Явление ионного обмена, широко распространенное в живой и неживой природе, успешно используется во всех областях науки и производства. Иониты играют важную роль в современной аналитической химии. Они находят применение при разделении смесей ионов, концентрировании микроэлементов из чрезвычайно разбавленных растворов, в процессах получения и очистки растворов, реактивов, воды [1].

Для аналитической химии наибольшее значение имеют такие основные физико-химические характеристики, как влажность, набухание, обменная ёмкость и селективность. Влажность ($W, \%$) характеризует способность ионита поглощать влагу из воздуха. Её можно рассчитать на основании экспериментальных данных:

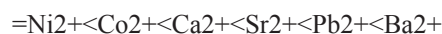
$$W = \frac{m_o - m}{m_o} \cdot 100\%,$$

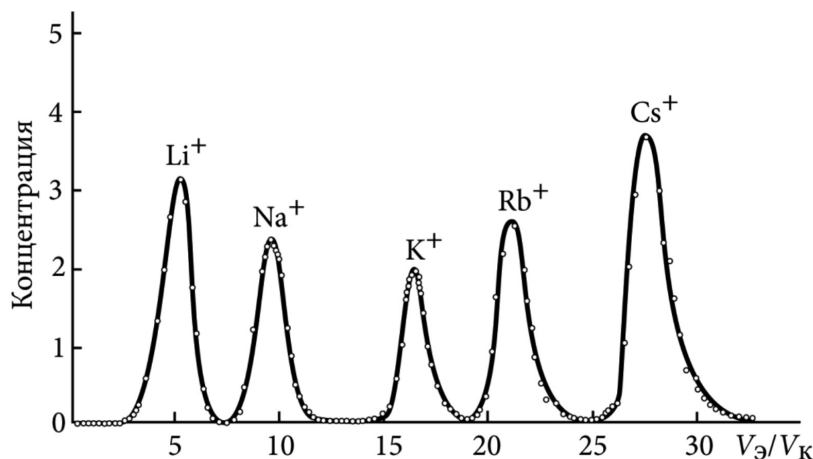
где m_o и m – масса ионита до и после сушки.

Набухание характеризует степень увеличения объёма ионита при контакте с водой или другим растворителем. Величина набухания зависит от степени сшивки высокомолекулярной матрицы ионита (относительного содержания дивинилбензола).

Ионообменная емкость – это количество ионов, зафиксированных в результате ионного обмена единицей массы ионита в состоянии насыщения. Этот параметр определяется экспериментально путем обработки известной массы катионита (анионита) в его H^+ -форме (OH^- -форме) избытком раствора, содержащего обмениваемый ион, после чего методом титрования устанавливается количество высвободившейся кислоты, если образец катионит, или щелочи, если анионит.

Под селективностью ионитов понимают его различную способность фиксировать ионы в зависимости от их природы. Селективность ионитов зависит от многих факторов: от природы как ионов, так и ионитов, от заряда ионов, от кислотности раствора. В общем случае большую способность к фиксации ионообменниками проявляют ионы, заряд и поляризуемость которых больше, а радиус гидратированного иона меньше:





Хроматограмма разделение на катионите Dowex-50 в NH_4 -форме ионов щелочных металлов при элюировании растворами NH_4Cl [3]

Ионообменные смолы используют как селективные носители для разделения близких по свойствам веществ. На основе свойств ионитов был разработан метод ионообменной хроматографии. Ионообменная хроматография — это задержание молекул веществ в неподвижной фазе, обусловленное их связыванием с поверхностью твердого гидрофильного материала сплошных или пористых гранул, находящихся в контакте с жидким элюентом (подвижной фазой). Неподвижную фазу образуют ионогенные группы ионитов. Кулоновским взаимодействием молекул вещества с этими группами обуславливается их задержание в неподвижной фазе [2]. Простейшая методика разделения заключается в поглощении смеси компонентов и последовательном элюировании (вымывании подвижной фазой) каждого компонента подходящим растворителем. В качестве элюента берут раствор, содержащий любой из одноименно заряженных ионов, не прочно удерживаемых ионитом по сравнению с разделяемыми. Например, для сильнокислотных катионитов универсальными элюентами являются растворы сильных минеральных кислот, так как ионы H^{+} являются наименее прочно сорбируемыми катионами. Возможно использование в качестве элюентов растворов ионов, соизмеримых по прочности сорбции с разделяемыми, например, растворов солей аммония при разделении ионов щелочных металлов.

С помощью ионитов также происходит отделение мешающих ионов. Например, ионы железа (III) и ионы калия мешают гравиметрическому определению сульфат-ионов, соосаждаясь с сульфатом бария. Чтобы устранить их влияние, раствор анализируемого образца пропускают через колонку с катионитом в H^{+} -форме и мешающие примеси обмениваются на катионы водорода. После этого получают осадок

сульфата бария, не содержащий посторонних катионов.

Важная область применения ионитов в аналитической химии и системе мониторинга качества окружающей среды — предварительная подготовка и хранение арбитражных проб воды и воздуха. Высокая способность сорбента к концентрированию целевого вещества на микроколонках — ионообменных концентраторах объемом 1–4 мл — позволяет решать проблемы предварительного концентрирования, арбитражного хранения и транспортировки проб до центральной аналитической лаборатории. При этом возможно и селективное групповое концентрирование ряда элементов с определением малых и следовых количеств вещества, а также определение супертоксикантов, действующие концентрации которых лежат далеко за пределами прямых аналитических определений. Имобилизация ферментов на ионитах позволяет создавать тест-системы для определения токсичных агентов, обратимо или необратимо ингибирующих ферменты. Так, с помощью тест-системы с иммобилизованной уреазой удастся оценить количество ионов тяжелых металлов на уровне 1–0,01 ppm, а высокотоксичных, например серебра и ртути, — 10–5–10–3 ppm [4].

Часто возникает необходимость определить общую концентрацию электролитов в каких-либо экстрактах, содержащих смесь нескольких электролитов, вследствие сложности состава. Примерами таких определений могут служить анализы воды, почвенных экстрактов, вытяжек из растений, сывороток и так далее. В этом случае применяют Н-катионит. Раствор пропускают через колонну катионита, и получаемый фильтрат титруют щелочью. Однако, в некоторых случаях когда исходный раствор содержит гидраты окисей, карбонаты или бикарбонаты, для которых Н-катионит не даёт эквивалентно-

го количества кислоты, необходимо определить щелочность в исходном растворе.

При анализе смеси редкоземельных элементов в качестве критерия для определения природы смеси используют её средний атомный вес. Для определения этой величины используют способ осаждения оксалатов в параллельных образцах. Один из осадков титруют перманганатом, а другой прокальвают до окиси. На основании полученных таким образом данных можно вычислить вес смеси редкоземельных элементов, связанной определённой навеской щавелевой кислоты, а отсюда определить средний атомный вес анализируемой смеси. Этот способ упрощают, пропуская раствор смесей редкоземельных элементов через Н-катионит, и титруют выделившуюся кислоту. Катионит затем прокаливают для получения остатка редкоземельных элементов. Средний атомный вес можно вычислить, как и по прежнему методу, по результатам титрования и весу окислов.

Во многих аналитических лабораториях, где проводятся анализы хлоридов калия и натрия, расходуется большое количество ценных реактивов: нитрата серебра, платина хлористоводородной кислоты и уранил ацетата. Установлено, что хромат и хлорид серебра, образующегося при титровании по Мору, можно регенерировать, пропуская смесь после титрования через Н-катионит. Осадок растворяется, серебро остаётся на ионите и может быть удалено в форме нитрата следующим вымыванием при помощи нитрата кальция. Растворенный осадок хлороплатината калия и избытка платинохлористоводородной кислоты, полученный при количественном определении калия, может быть поглощен С1-анионитом с последующей десорбции соляной кислотой. Избыток соляной кислоты удаляют концентрированием и выпариванием. Ион уранила в растворах уранила и осадках, образующихся при определении натрия, можно регенерировать адсорбцией на катионите с последующим выпариванием уксусной кислотой в виде уранилацетата [5].

Таким образом, иониты используют во многих областях аналитической химии и с их помощью облегчаются процессы извлечения ионов.

Список литературы

1. Кириленко В.А., Паршаков Н.М., Боровская Л.В. Органические и неорганические иониты // Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018025505>.
2. Смирнова Е.Е., Кисель А.В. Ионообменная хроматография. Общие сведения и понятия // Вестник науки. 2019. № 3(12). С. 80-89.
3. Ганеев А.А., Зенкевич И.Г., Карцова Л.А., Москвин Л.Н., Родинков О.В. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Учебник / Под ред. Л.Н. Москвина. СПб.: Издательство «Лань», 2019. 332 с.
4. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Лейкин. 3-е изд. (эл.). Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 416 с.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. (Учебник для высшей школы). Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10».
5. Кунин Р. Майерс Р. Ионообменные смолы. [Текст] / Пер. с англ. А.Л. Козловского; Под ред. проф. Г.С. Петрова. Москва: Изд-во «Иностранная литература», 2012. 218 с.

УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НАНОИОНИТОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МЕТОДАХ АНАЛИЗА (ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ)

Кириленко В.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», Краснодар,
e-mail: kirilenko1408@gmail.com

В данной работе рассматриваются понятия «иониты», «ионный обмен», виды ионитов и их характерные размеры. Рассказывается значимость явления ионного обмена в науке. Обращаем внимание на то, что ученые обнаружили новую разновидность ионитов – наноиониты, обладающие уникальными свойствами, используемыми в аналитической химии. Важным свойством наноразмерных частиц является наличие двойственной природы. В результате наноиониты являются одновременно гиперзаряженными ионами и сорбентами. Подробно изучено их строение, учитывающее ионную природу. Описывается применение наноионитов в инновационных методах анализа на основании исследований ученых ГЕОХИ РАН под руководством Долгоносова А.М. и ученых СПбГУ под руководством Карцовой Л.А.

Ионообменная сорбция, или гетерогенный ионный обмен, представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей способностью обменивать ионы, содержащей в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. Явление ионного обмена, широко распространенное в живой и неживой природе, успешно используется во всех областях науки и производства. [1] Ионообменные процессы широко используются в мире в гидрометаллургии, пищевой промышленности, биотехнологии, и важную роль они играют в современной аналитической химии: для разделения смесей ионов, концентрирования микроэлементов из чрезвычайно разбавленных растворов, в процессах получения и очистки растворов, реактивов, воды. [2] Эти процессы осуществляются с использованием ионитов – твердых нерастворимых высокомолекулярных веществ, частиц размером около 0,2-1,0 мкм, способных вступать в реакции ионного обмена, диссоциации и адсорбции, благодаря наличию в них специальных (ионогенных) функциональных групп, заряженных отрицательно для катионитов и положительно для анионитов. В аналитической химии в колонках для ионной хроматографии используются иониты размером порядка 10 мкм. [3]

В настоящее время разрабатывается перспективное направление науки – применение