СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ, КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ, КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОГО РЕАГЕНТА МУРЕКСИДА И СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

Самандарова Нурия Эргашовна
Стажер-исследователь, Хорезмской академии Маъмуна
Аширов Мансур Алланазарович
старший научный сотрудник, Хорезмской академии Маъмуна

Аннотация: Мурексид — как металлоиндикатор. Индикатор для комплексонометрического определения никеля (pH 9,5—10), меди (pH 8—10), скандия (pH 2,6), кальция (pH 10,8—13,2), марганца (pH 10), тория (pH 2,5) и других ионов. В начале XX века употреблялся для окрашивания хлопка, шелка и шерсти в красные тона; в настоящее время в качестве красящего вещества практически не используется.

Ключевые слова: Мурексид, спектроскопия, фотометрия, реагент, колориметрия.

Abstract: Murexide is used as a metal indicator. It is an indicator for the complexometric determination of nickel (pH 9.5-10), copper (pH 8-10), scandium (pH 2.6), calcium (pH 10.8-13.2), manganese (pH 10), thorium (pH 2.5), and other ions. In the early 20th century, it was used to dye cotton, silk, and wool red; however, it is currently rarely used as a coloring agent.

Keywords: Murexide, spectroscopy, photometry, reagent, colorimetry.

Annotatsiya: Murexid-metall indikator sifatida. Nikel (pH 9,5—10), mis (pH 8-10), skandiy (pH 2,6), kaltsiy (pH 10,8—13,2), marganets (pH 10), torium (pH 2,5) va boshqa ionlarni kompleksometrik aniqlash ko'rsatkichi.ulosa: -metall indikator sifatida. Nikel (pH 9,5—10), mis (pH 8-10), skandiy (pH 2,6), (pH 10,8—13,2), marganets (pH ishlatilmaydi.

Kalit so'zlar: Murexid, spektroskopiya, fotometriya, reaktiv, kolorimetriya.

Введения

Юстус фон Либих и Фридрих Велер из Университета Гиссена (Германия) работали над пурпурным соединением, мурексидом, полученным из змеиного помета в 1830-х годах, но в то время это соединение не было в изобилии, и не было метода его использования в качестве краситель еще не был найден. Мурекид также является предметом исследовательской работы Фридриха Конрада Байльштейна . В 1850- годах французские колористы и производители красителей, такие как Depoully в Париже , преуспели в том, чтобы сделать его более распространенным, сделав его из гуано,

ISSN 3030-3907

импортируемого из Южной Америки, и применив его к натуральным волокнам. Впоследствии он был принят во Франции, Великобритании и Германии.

Литературный обзор

Мурексид – металлоиндикатор – это органическое вещество, которое с ионами металла образует окрашенные комплексы. При pH > 9 раствор мурексида окрашен в сине-фиолетовый цвет, при pH<9 – в красно-фиолетовый цвет. Растворы мурексида в этиленгликоле или в смеси триэтаноламина и спирта при соотношении от (1:1) до (4:1) устойчивы два года, водные растворы – один день [1].

Металл	pH	Изменение окраски	Примечание
Ag	8,5		
Ca	>10	Розовая или красная/фиолетовая	Раствор NaOH, 25%-ный спирт
Co	8-10	Желтая/фиолетовая	Аммиачный буфер
Cu	4 7-8	Оранжевая/красная Желтая/фиолетовая	Ацетатный буфер Аммиачный буфер
Mn	10	Оранжевая/красная	Аммиачный буфер
Ni	8,5-11,5	Желтая/пурпурная	Аммиачный буфер
Sc	2,6 3-7,5	Желтая/фиолетовая Желтая/фиолетовая	Раствор HCl
Th	2,5	Желтая/розовая	
Zn	8-9 >11,5	Розовая/фиолетовая	Аммиачный буфер, моноэтаноламин

-В начале XX века употреблялся для окрашивания хлопка, шелка и шерсти в красные тона; в настоящее время в качестве красящего вещества практически не используется;

-В аналитической химии 0,1%-ный водный раствор как индикатор для комплексонометрического определения ионов металлов [2].

Объект исследования

Загрязнение живых организмов и экосистем ионами тяжелых металлов представляет серьезную опасность для здоровья населения во всем мире [3]. Ионы тяжелых металлов вызывают различные заболевания в биологических системах, включая Минамата, итаи-итаи, арсеникоз, умственную отсталость и

ISSN 3030-3907

синдром Вильсона [2,3]. В последние годы обнаружение и удаление ионов тяжелых металлов стало одной из наиболее сложных задач [4]. Для определения содержания тяжелых металлов в их соединениях может быть использован целый ряд методик. Атомно-абсорбционная спектрометрия [5], индуктивно-связанная плазменно-эмиссионная спектрометрия, потенциометрия, производный потенциометрический анализ с удалением, каталитический фотометрический метод с проточной инжекцией и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой [19] - вот некоторые из этих методов. Было опубликовано несколько исследований по спектральной оценке тяжелых металлов. Был разработан ряд методов определения цинка и меди, многие из которых основаны на синтезе координационных соединений с привлекательными оптическими характеристиками. Комплексы переходных металлов имеют особое значение в промышленности, медицине и биологии и находят применение в термохромировании, антиокислении, ускорении вулканизации, защите от окрашивания, катализе и антибактериальной терапии [6]. Мурексид, красновато-фиолетовый лиганд, привлек интерес исследователей благодаря его использованию в химическом анализе и спектрофотометрических дисциплинах. Некоторые металлы определяются с использованием его в качестве хромогенного реагента стандартными спектрофотометрическими методами. В литературе потенциал этого индикатора ограничен, и лишь в нескольких исследованиях изучались особенности поверхности, константы стабильности его комплексов и кинетика образования комплексов [7]. Основной целью данной работы является получение комплекса металл-мурексид, который будет использоваться в новом.

Сорбционно-спектроскопическое определение является мощным аналитическим методом, объединяющим концентрирование аналита на сорбенте с последующим спектроскопическим измерением. Этот подход особенно ценен для определения микроколичеств веществ, включая тяжелые металлы в сложных матрицах, таких как сточные воды. Мурексид, как органический реагент, обладает рядом свойств, которые делают его пригодным для использования в таких методиках.

Мурексид (пурпурат аммония, аммиачная соль 5,5'-нитрилодибарбитуровой кислоты, — это органический краситель, который находит широкое применение в аналитической химии в качестве металлоиндикатора.

Основные свойства мурексида:

ISSN 3030-3907

* Внешний вид: Темно-красные, коричневатые или пурпурные мелкие кристаллы с зеленоватым блеском.
* Растворимость: Плохо растворим в воде, нерастворим в этаноле и диэтиловом эфире.
* Молекулярная масса: 238,18 г/моль.
* Температурные свойства: Температура плавления >300°C, температура кипения ~480.8°C.
* Кислотно-основные свойства (pH-индикатор): Мурексид является pH-индикатором и изменяет свою окраску в зависимости от кислотности среды:
* В кислой среде (pH < 9,2) — красно-фиолетовый.
* В нейтральной и слабощелочной среде (pH 9,2-10,0) — пурпурный/сине-фиолетовый.
* В сильнощелочной среде (pH > 11) — синий.

Колориметрические и фотометрические свойства: Мурексид образует устойчивые окрашенные комплексы с ионами многих металлов, что позволяет использовать его для их фотометрического и колориметрического определения. При образовании комплексов спектр поглощения изменяется, что является основой для спектроскопических измерений. Например, для определения кальция, мурексид имеет максимум поглощения при 506 нм, а его комплекс с кальцием – при 537 нм.

* Применение как металлоиндикатора: Мурексид широко используется в комплексонометрическом титровании для определения различных ионов металлов, таких как:
* Никель (Ni): pH 9,5-10
* Медь (Cu): pH 8-10
* Скандий (Sc): pH 2,6 (переход от желтого к розово-фиолетовому)
* Кальций (Ca): pH 10,8-13,2 (переход от красного к фиолетовому)
* Марганец (Mn): pH 10 (переход от оранжевого к красному)
* Торий (Th): pH 2,5 (переход от желтого к розовому)

Сорбционно-спектроскопическое определение

Сорбционно-спектроскопический метод сочетает концентрирование аналита на твердом сорбенте (часто модифицированном) с последующим спектрофотометрическим измерением непосредственно в фазе сорбента или после его элюирования. Этот подход позволяет:

А) повысить чувствительность: За счет концентрирования аналита из большого объема образца на небольшой массе сорбента достигаются низкие пределы обнаружения.

ISSN 3030-3907

Б) улучшить селективность: Выбор подходящего сорбента и условий сорбции позволяет отделить целевые аналиты от мешающих компонентов матрицы.

С) сократить время анализа и упростить пробоподготовку: В некоторых случаях можно проводить прямое измерение на сорбенте, минуя стадию элюирования.

Этапы сорбционно-спектроскопического определения с использованием мурексида:

* Выбор и подготовка сорбента: Используются различные сорбенты, такие как ионообменные смолы (например, катиониты КБ-4), оксиды кремния и алюминия, модифицированные полиаминами, или другие твердофазные носители. Важно, чтобы сорбент имел слабую собственную окраску и был химически стабилен в условиях анализа.

* Иммобилизация мурексида (или реакция в фазе сорбента): Мурексид может быть иммобилизован на поверхности сорбента до проведения анализа, либо добавлен в раствор, а затем образовавшийся комплекс металл-мурексид сорбируется.

* Сорбция тяжелых металлов: Сточные воды пропускаются через слой сорбента, на котором происходит концентрирование ионов тяжелых металлов. Если мурексид иммобилизован, он связывает ионы металлов, образуя окрашенные комплексы на поверхности сорбента. Если мурексид добавлен в раствор, то сорбируется уже окрашенный комплекс.

Мурексид также используется в качестве колориметрического реагента для измерения кальция и редкоземельных металлов; для кальция требуемый pH составляет 11,3, диапазон обнаружения лежит между 0,2 и 1,2 м.д., а максимальная длина волны поглощения составляет 506 нм. Он и метил-красный исследованы как перспективные усилители сонохимического разрушения хлорированных углеводородных загрязнителей.

Мурексид можно получить путем нагревания аллоксана в аммиаке до 100°C или кипячения урамила (5-аминобарбитуровой кислоты) с оксидом ртути . У В.Н. Хартли возникли наибольшие трудности с получением образцов мурексида, достаточно чистого для получения согласованных результатов измерений его спектра поглощения , что побудило его разработать новый метод синтеза мурексида. В этом процессе аллоксан растворяется в кипящем абсолютном спирте в большом избытке, и безводный аммиак пропускается через раствор в течение примерно трех часов. Затем раствор фильтруют, чтобы получить осадок мурексида, который затем

ISSN 3030-3907

промывают абсолютным спиртом и сушат. Полученная таким образом соль представляет собой безводную форму мурексида.

Под термином индикатор принято понимать специальное химическое соединение, которое в зависимости от условий среды или концентрации того или иного вещества изменяет свою окраску, но при этом не вступает в химическую реакцию с этой средой и не влияет на ход протекающего процесса. С помощью индикаторов можно определить не только наличие определенного вещества в растворе, но и определить ряд параметров среды.

Заключение

Индикаторы различаются в зависимости от своих свойств. Так, кислотно-щелочные индикаторы изменяют свою окраску, реагируя на pH среды, адсорбционные – на степень адсорбции, окислительно-восстановительные – на проходящую в среде окислительно-восстановительную реакцию и т.д. В комплексном тестировании могут использоваться металлоиндикаторы, чувствительные к реакциям с участием ионов металла.

Особенно широко применяется в практике индикатор Мурексид. Он служит важным инструментом контроля и анализа технологических процессов во многих областях промышленности: металлургической, химической, текстильной, пищевой, а также в сельском хозяйстве.

Таким образом, сорбционно-спектроскопический подход с использованием мурексида предоставляет эффективный и чувствительный метод для характеристики свойств органического реагента и, что особенно важно, для контроля содержания тяжелых металлов в сточных водах, внося вклад в решение актуальных задач экологической химии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарло Г., Методы аналитической химии, пер. с франц., М.-Л., 1966.
2. Лейковская Г. П. и др., «Заводская лаборатория», 1976, т. 42, № 2, с. 150.
3. Беленький С. М. и др., «Заводская лаборатория», 1977, т. 43, № 6, с. 649—650.
4. Машковский, М. Д. Лекарственные средства / М. Д. Машковский. – М. : ООО «Изд-во Новая Волна», 2004. – 608 с.
5. Алыкова, Т. В. Химический мониторинг объектов окружающей среды : монография / Т. В. Алыкова. – Астрахань : Изд-во Астраханского гос. пед. ун-та, 2002. – 210 с.
6. [1] B. Wang, Z. Bai, H. Jiang, P. Prinsen, R. Luque, S. Zhao, J. Xuan, Selective heavy metal removal and water purification by microfluidicallygenerated chitosan

ISSN 3030-3907

microspheres: Characteristics, modelling and application. Journal of Hazardous Materials, 364 (2019) 192–205.
7. V. Karri, D. Ramos, J.B. Martinez, A. Odena, E.Oliveira, S.L. Coort, C.T. Evelo, E.C.M. Mariman, M.Schuhmacher, V. Kumar, Differential protein expression of hippocampal cells associated with heavy metals (Pb, As, and MeHg) neurotoxicity. Journal of Proteomics, 187 (2018) 106–125.

ISSN 3030-3907