**§3. Современное применение метода**

Так как микрокристаллоскопический метод анализа позволяет определять миллиграммы исследуемого органического или неорганического вещества, а так же дурно пахнущих, взрывчатых и ядовитых веществ, при этом используя низкий расход реагентов, портативность аппаратуры и возможность производить реакции в любых местах, то он имеет огромное практическое значение в жизни современного общества.

**3.1 Обнаружение катионов и анионов**

Как известно, многие вещества состоят из катионов и анионов. При микрокристаллоскопическом анализе определяют из каких ионов состоит исследуемое вещество. Для быстрого определения ограниченного числа содержащихся в смеси катионов или анионов удобнее использовать дробный анализ, основанный на применении дробных реакций, позволяющих обнаружить искомые ионы в отдельных порциях сложной смеси при условии устранения влияния посторонних ионов. Метод дробного анализа детально разработан крупным отечественным аналитиком Николаем Александровичем Тананаевым (1878-1959 гг.) – создателем «капельного метода». Полный же анализ многокомпонентной смеси можно провести значительно быстрее, если применить систематический анализ. Для удобства проведения систематического анализа все ионы разделяются на группы, используя сходства или различия свойств ионов в отношении действия групповых реактивов. Впервые принципы разделения катионов металлов на аналитические группы был разработан Т.О. Бергманом в конце XVIII века, тем самым им был заложен фундамент систематического качественного анализа. Аналитическая классификация ионов отличается от распределения химических элементов по группам в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Но ее никак нельзя назвать искусственной, так как в основе ее лежат определенные закономерности, связанные с растворимостью определенных гидроксидов элементов. Известно, что химические свойства ионов обусловлены зарядом ядра и электронной конфигурацией ионов, поэтому в аналитические группы часто входят ионы, образованные элементами разных групп периодической системы [3,4,5,9].

По способам обнаружения существует две классификация катионов:

1. кислотно - щелочная, которая делится на 6 групп по их отношению к серной и соляной кислотам, едким щелочам и гидрооксиду аммония;

2. сероводородная (сульфидная), которая делится на 5 групп по отношению к сульфиду аммония, сероводороду, карбонату аммония.

Рассмотрим классификацию катионов на группы по кислотно - щелочной (основной) классификации, которая представлена в таблице №2 [3,4,5,6]. Первая группа объединяет катионы NH4+, K+, Na+, которые не осаждаются ни минеральными кислотами, ни щелочами, т.е. не имеют группового реактива. Катионы второй группы Ag+, Hg22+, Pb2+ осаждаются разбавленной соляной кислотой в виде хлоридов, представляющих собой ковалентные малорастворимые соединения. Третью группу образуют катионы Ba2+, Sr2+, Ca2+, которые осаждаются разбавленной серной кислотой. Четвертая группа объединяет катионы Zn2+, Al3+, Cr3+, Sn4+, As3+, As5+, не выпадающие в осадок при добавлении избытка щелочи. Катионы пятой группы Fe2+, Fe3+, Mg2+, Mn2+, Bi3+, Sb3+, Sb5+ осаждаются раствором щелочи. Шестая группа катионов Hg2+, Cu2+, Cd2+, Co2+, Ni2+ образуют гидроокиси, растворимые в избытке раствора гидрооксида аммония с образованием растворимых аммиакатов. В таблице №2 представлена кислотно - щелочная (основная) классификация катионов [2,3,4,5].

Таблица № 2. Кислотно –щелочная (основная) классификация катионов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| группа | катионы | групповой реагент | получаемые соединения | групповая характеристика |
| I | NH4+, K+, Na+ | нет |  | хлориды, сульфаты и гидроокиси растворимы в воде |
| II | Ag+, Hg22+, Pb2+ | 2н раствор НСl | осадок AgCl, PbCl2 и т.п. | хлориды не растворимы в воде |
| III | Ba2+, Sr2+, Ca2+ | 2н раствор H2SO4 | осадок BaSO4, CaSO4  и т.п. | сульфаты не растворимы в воде |
| IV | Zn2+, Al3+, As3+, As5+, Cr3+, Sn4+ | избыток 4н раствора NaOH или KOH | раствор ZnO22-, AlO2- CrO2- и т.д. | гидроокиси растворимы в избытке раствора |
| V | Fe2+, Fe3+, Mg2+, Mn2+, Bi3+, Sb3+, Sb5+ | избыток 25%-ного раствора  NH4OH | Fe(OH)2, Fe(OH)3, Mg(OH)2, Mn(OH)2 и т.д. | гидроокиси не растворимы в избытке аммиака, едкой щелочи |
| VI | Hg2+, Cu2+, Cd2+, Co2+, Ni2+ | избыток 25%-ного раствора  NH4OH, [Ni(NH3)4]2+,[Co(NH3)4]2+, [Cu(NH3)6]2+ | [Cu(NH3)4]3+, [Hg(NH3)4]3+ и т.д. | аммиакаты растворимы в избытке раствора аммиака |

Сероводородная или сульфидная классификация катионов разделена на 5 групп и представлена в таблице №3 [3,4,5].

Таблица №3. Разделение катионов на группы по сероводородной (сульфидной) классификации катионов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа | катионы | групповой реагент |
| I | Li+, Na+, K+, NH4+, Mg2+ | отсутствует |
| II | Ca2+,Ba2+, Sr2+ | раствор карбоната аммония (NH4)2CO3 в аммиачном буфере (рН=9,2) |
| III | Al3+, Cr3+, Zn2+, Mn2+, Fe2+, Fe3+,Co2+,Ni2+ | раствор (NH4)2S при рН=7-9 |
| IV | Cu2+,Cd2+, Hg2+, Bi3+, Sn2+, Sn4+, Sb3+, Sb5+, As3+, As5+ | раствор H2S при рН=0,5(HCl) |
| V | Ag+, Pb2+, Hg22+ | раствор HCl |

Ю.А. Золотов и многие ученые в своих научных трудах в данных классификациях вместо зарядов катионов в скобках отмечает модуль заряда, причем римской цифрой. Например, вместо Ca2+- Ca(II), Ag+ - Ag (I) [2].

В основу классификации анионов положена их зависимость от растворимости бариевыми и серебряными солями. В большинстве случаев анионы открываются дробным методом. Групповые реактивы используются не для определения группы, а для обнаружения присутствия анионов групп. В соответствии с наиболее распространенной классификацией анионы делятся на три аналитические группы, представленные в таблице № 4 [2,3,4,5].

Таблица №4.Классификация анионов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| группа | анионы | групповой реактив | характеристика группы |
| I | SO42-, SO32-,CO32-, PO43-, SiO32- | хлорид бария (BaCl2) в нейтральной или слабощелочной среде | соли бария не растворимы в воде |
| II | Cl-, Br-, J-, S2- | нитрат серебра (AgNO3) в присутствии HNO3 | соли серебра не растворимы в воде и в разбавленной азотной кислоте |
| III | NO3-, No2-, CH3COO- | группового реагента нет | соли бария и серебра растворимы в воде |

Исследование любого вещества сначала проводят на обнаружение катионов. Из отдельных проб раствора при помощи групповых реактивов определяется, катионы каких групп присутствуют в растворе, а затем уже определяют в нем анионы.

**3.2 Микрокристаллоскопического метода анализа на практике**

Микрокристаллоскопический метод, открытый в конце ХIX века, широко исследованный в ХХ веке, продолжает глубоко исследоваться учеными разных стран и активно внедряться в практику в ХХI веке. Микрокристаллоскопический метод находит применение для качественного анализа очень малых количеств исследуемых веществ, например: включение в металлы и минералы, мельчайшие металлические частицы, пыль, содержимое растительных и животных клеток и т.д. Применение специфических реакций делает микрокристаллоскопический анализ удобным, быстрым и простым для анализа минералов, сплавов, органических соединений и других объектов. Указанный метод используется для обнаружения взрывчатых, ядовитых и дурно пахнущих веществ, работа с большими количествами которых небезопасна для жизни.

Методы микрокристаллоскопического анализа на сегодняшний день прочно вошли в практику не только лабораторий: химических, клинических, судебно- химических, биохимических, но применяется в любых местах, где необходимо исследование. Быстрота и простота выполнения микрокристаллоскопического анализа позволяет идентифицировать химические соединения в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической , нефтехимической и нефтеперерабатывающей, радиоэлектронной, фармацевтической, медицинской, пищевой, сельскохозяйственной и др. Метод позволяет в малом образце определять не только основные компоненты, но и элементы примеси. Микрокристаллоскопический метод широко применяется для внутриаптечного контроля, где изготовляются сложные прописные лекарства. Микрокристаллоскопический метод широко применяется в клинической медицине и судебно–химических исследованиях при различных отравлениях. Приведу примеры. В статье С.Н.Борисова, Т.В. Верховенко, Л.П. Федосенко «Применение метода микрокристаллоскопии при химико–токсикологическом исследовании препаратов группы НПВС»[[1]](#footnote-1) рассмотрено применение микрокристаллоскопического метода при отравлениях нестероидными противовоспалительными средствами (НПВС). Так как НПВС отпускаются без рецепта врача и не контролируются, то часто при передозировке препаратов как у взрослых, так и у детей возникает острое отравление, угрожающее жизни. Отравления препаратами группы НПВС характеризуется симптоматикой, сходной с отравлениями некоторых наркотиков, что затрудняет клиническую диагностику. Решающее значение в диагностике таких отравлений имеют результаты микрокристаллоскопического анализа, позволяющие в кратчайший срок получить информацию о природе токсинов и поставить окончательный диагноз отравления. Авторы наглядно показывают, как с помощью микрокристаллоскопического анализа получена информация о природе токсинов (аспирина, ибупрофена, индометацина) при минимальном объеме образца, содержащего к тому же большое количество примесей. Анализ заключался в выделении из концентрированных минеральных кислот их кислотных форм в кристаллическом виде, представлены микрофотографии кристаллов аспирина и ибупрофена.

На рис. 3 представлены микрофотографии кристаллов аспирина и ибупрофена.



Таким образом, данные реакции могут быть использованы на практике: в химико-токсикологическом анализе, в том числе и при исследованиях биологических жидкостей.

В статье Ю.А. Юрчука – Зуляр, В.В. Смирновой «Оптимизация проведения микрокристаллоскопических реакций» показано, что данным методом можно находить кристаллы различных растворов солей, и зависимость четкости кристаллообразования от концентрации раствора солей [10].

**Вывод**

Таким образом, микрокристаллоскопический метод анализа в настоящее время с развитой теорией и общей методологией анализа, с богатым опытом решения сложных практических задач, с широкой сетью лабораторий, мощным кадровым потенциалом востребован и широко применяется в различных областях науки и практики.

1. Здоровье и окружающая среда: Сб. науч. тр. / Респ. науч. – практ. центр гигиены, гл. редактор Л.В. Половинкин – Минск: Гу РНМБ – 2012-Вып 21- С 554-558. [↑](#footnote-ref-1)