

УДК 543.42

Принцип работы устройств, для проведения спектрального анализа веществ

Науменко А.М., Мигуцкая Н.А.

Научный руководитель – ст. препод. МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

Современная наука и техника во многих областях не могут обойтись без знания химического состава веществ. Качественно проходящие технологические процессы в самых различных отраслях промышленности народного хозяйства требуют точного знания химического состава начального сырья, промежуточных и готовых продуктов.

Оптимизация производства и внедрение новых технологий требует развития и улучшения методов, обеспечивающих довольно высокую скорость и точность проведения анализа. Также его отдельные операции должны быть по возможности автоматизированы. Химические методы анализа не всегда соответствуют выдвинутым требованиям. Поэтому физические и физико-химические методы определения состава вещества широко применяются за счет ряда ценных свойств. Среди этих методов одно из главных мест, справедливо занимает спектральный анализ. Он дает возможность различать вещества с очень близкими химическими свойствами.

В основе спектрального анализа лежит изучение строения света, излучаемого или поглощаемого анализируемым веществом. Методы спектрального анализа делятся на эмиссионные (эмиссия – испускание) и абсорбционные (абсорбция – поглощение).

Благодаря возможностям спектрального анализа, используя одну и ту же принципиальную схему и те же устройства, анализировать различные вещества.

На рисунке изображена принципиальная схема простейшего устройства для спектрального анализа:

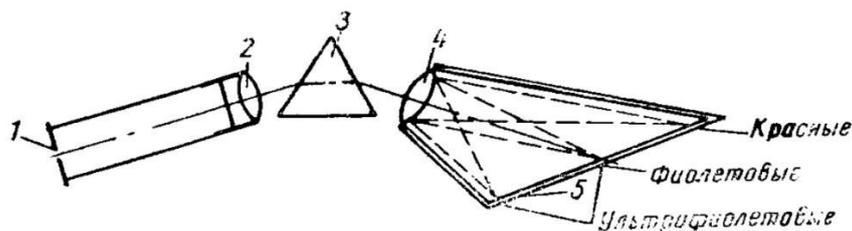


Схема спектрального прибора (спектрографа):

1—щель; 2—объектив коллиматора; 3—призма; 4—фокусирующая линза (объектив фотокамеры); 5—фотографическая пластинка.

Важность спектрального анализа была по достоинству оценена еще в начале 19 века. Хотя темные линии спектра были замечены еще раньше, но первое серьезное исследование было проведено только в 1814 году Йозефом Фраунгофером. Именно в его честь данный эффект был назван "Фраунгоферовы линии". Фраунгофер установил стабильность положения линий, составил их таблицу и каждой из 574 найденных линий присвоил буквенно-цифровой код. Изучением этого явления также занимались Густав Кирхгоф и Роберт Вильгельм Бунзен. И после серии экспериментов в 1859 году они пришли к выводу, что каждый химический элемент имеет свой неповторимый линейчатый спектр, по которому можно легко определить химический состав тела. Однако природа каждой линии и их связь с химическими элементами выяснялись постепенно. Так благодаря спектральному анализу Кирхгофом и Бунзеном были открыты такие химические элементы как цезий (1860) и рубидий (1861).

Для анализа необходимо выбрать излучение всех элементов, входящих в состав химического соединения. Это выполняется при помощи спектральных устройств (спектрографов), в которых лучи света с различными длинами волн отделяются в пространстве друг от друга. Излучение источника света, распространенное на длинах волн, называют спектром.

Спектрограф – спектральный прибор, в котором приёмник излучения одновременно регистрирует весь возможный спектр. Приёмниками излучения могут быть фотоматериалы, многоэлементные фотоприёмники (ПЗС-матрицы или линейки), электронно-оптические преобразователи. Спектральные аппараты устроены таким образом, что световые колебания каждой длины волны, попадающие в прибор, образуют одну линию. Сколько различных волн присутствовало в излучении источника света, столько линий получается в спектральном аппарате.

Аппараты для спектрального анализа очень разнообразны. Они состоят из: оптических приборов, используемых для получения, изучения и наблюдения спектров; электрических приборов для питания источников света. Помимо специальных приборов также используется оборудование общего характера, например, печи для сплавления проб, прессы для прессования брикетов из порошковых проб, машинки для заточки металлических и угольных электродов.

Современные спектральные приборы или спектрографы принято подразделять на 2 группы:

1. Приборы для визуального спектрального анализа.
2. Приборы для фотографического спектрального анализа.

При качественном анализе необходимо определить, излучению какого элемента та или иная линия в спектре проанализированной пробы принадлежит. С этой целью необходимо найти длину волны линии по её положению в спектре, и затем определить ее принадлежность к тому или иному элементу при помощи таблиц. Для рассмотрения увеличенного изображения спектра на фотопластинке и определении длины волны используются микроскопы, проекторы спектрограммы и другие дополнительные инструменты.

Интенсивность линий спектра растет с увеличением концентрации элемента в пробе. Поэтому для выполнения количественного анализа необходимо найти интенсивность одной линии спектра определенного элемента. Интенсивность линии измерена или на ее темном участке, на фотографии спектра, или сразу по силе светового потока, который выходит из спектрального устройства. Величина почернения линий на спектрограмме определяется на микрофотометре.

Связь между интенсивностью линии в спектре и концентрацией элемента в проанализированной пробе установлена посредством эталонов – образцов, заранее проанализированным и с точно известным химическим составом.

Алгоритм выполнения спектрального анализа:

1. Получение спектра проанализированной пробы.
2. Определение длины волны линий спектра или полос.
3. Установление их принадлежности посредством таблиц или атласов к определенным элементам или соединениям, т.е. нахождение качественной структуры пробы.
4. Измерение интенсивности линий спектра, принадлежащих определенным элементам или соединениям, позволяет находить их концентрацию в проанализированной пробе, на предварительно построенных с помощью эталонов градуировочным графикам, т.е. по количественной структуре теста.

Эти стадии последовательно изучаются, независимо друг от друга, и затем рассматривают их взаимосвязь.

Литература

1. <http://studopedia.ru/2xd9bc.html> [Электронный ресурс] – Дата доступа: 15.10.2018.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Спектрограф> [Электронный ресурс] – Дата доступа: 15.10.2018
3. <https://studfiles.net/preview/4255172/page:3/> [Электронный ресурс] – Дата доступа: 15.10.2018