

10⁻¹⁵ и комбинац. частоты могут наблюдаться на расстояниях порядка неск. см⁻¹ от возбуждающей линии.

Скоростные спектрометры (хроноспектрометры) работают по схеме рис. 4, но в отличие от др. С. п. их снабжают устройствами быстрого цикла, сканирования и широкополосными ($\Delta\omega$ до 10⁷ Гц) приёмно-регистрирующими системами. Для исследований кинетики хим. реакций сканирование ведётся с малой скажностью, к-рая достигается, напр., методом «бегущей щели»: вместо выходной щели в фокальной плоскости устанавливается быстро вращающийся диск с большим числом радиальных прорезей. Таким способом получают до 10⁴ спектров в 1 с. Если время жизни объекта слишком мало, применяют более быстрое сканирование вращающимися зеркалами, это приводит к большой скажности и требует синхронизации начала процесса с моментом прохождения спектра по щели.

2. Многоканальные спектральные приборы с пространственным разделением длин волн

В этой группе приборов сканирование не применяется, дискретный ряд длин волн (в полихроматорах) или участки непрерывного спектра (в спектрографах) регистрируются одновременно и оптич. часть строится обычно по схеме, приведённой на рис. 3. Если вместо системы, создающей угл. дисперсию, служит набор узкополосных светофильтров, то прибор относят к *фотометрам*.

Многоканальные приборы используются гл. обр. для спектрального анализа элементного состава по аналитич. спектральным линиям. По мере увеличения числа каналов появляется возможность изучения спектральных распределений $f(\lambda)$. Рассмотрим наиб. типичные приборы этой группы (в порядке возрастания числа каналов).

Пламенные (атомно-абсорбционные и эмиссионные) спектрофотометры имеют обычно 1—2 канала регистрации. Они измеряют интенсивности линий абсорбции, эмиссии или флуоресценции атомов элементов в пламени спец. горелок или др. атомизаторов. В простых конструкциях аналитич. линии выделяются узкополосными фильтрами (пламенные фотометры), в приборах более высокого класса применяются полихроматоры или монохроматоры, последовательно переключаемые на разл. длины волн λ . Приборы данного типа используются для определения большинства элементов периодич. системы. Они обеспечивают высокую избирательность и чувствительность (до 10⁻¹⁴ г).

Квантометры — фотоэлектрич. установки для промышленного спектрального анализа сталей, сплавов, смазочных масел, минералов — строятся на основе полихроматоров; выходные щели полихроматора выделяют из спектра излучения исследуемого вещества аналитич. линии и линии сравнения; соответствующие световые потоки посылаются на приёмники (фотоумножители), установленные у каждой щели. Фототок приёмников заряжает накопит. конденсаторы; величина заряда, накопленного за время экспозиции, служит мерой интенсивности линии, к-рая пропорциональна концентрации элемента в пробе. Модели квантометров различаются рабочими диапазонами спектра (внутри области 0,17—1 мкм), числом одновременно работающих каналов (от 2 до 80), степенью автоматизации, способами возбуждения спектров (дуга, искра, лазер, источник на основе индуктивно-связанной плазмы).

Спектрографы одновременно регистрируют протяжённые участки спектра, развёрнутого в фокальной плоскости (рис. 3), на фотопластинках и фотоплёнках (фотогр. спектрографы), а также на экранах электронно-оптич. преобразователей с «задоминированием» изображений. Типы спектрографов отличаются большим разнообразием — от простых приборов настольного типа для учебных целей и компактных ракетных и спутниковых бортовых спектрографов до крупных астроспектрографов, работающих в обсерваториях в сочетании с телескопами, и лабораторных 10-метровых вакуумных уста-

новок с большими дифракц. решётками для исследования *тонкой структуры* спектров. Линейная дисперсия спектрографов $\Delta x/\Delta\lambda$ может лежать в пределах 10²—10⁴ мм/мкм, разрешающая способность — достигать дифракц. предела, светосила по освещённости σ (отношение освещённости в изображении входной щели к яркости источника, освещающего входную щель) — от 0,5 в светосильных приборах до 10⁻³ и менее в длиннофокусных приборах большой дисперсии.

Развитие многоэлементных приёмников матричного типа (с числом элементов до 1024) открыло возможность анализа излучений по спектральной и пространственной координатам и привело к появлению разл. вариантов фотоэлектрич. спектрографов-спектрометров с системами электронного сканирования (последоват. опроса сигналов приёмных элементов). Такие С. п., строго говоря, не являются многоканальными, поскольку в них отсутствует независимая и одновременно регистрация сигналов от каждого приёмного элемента.

Скоростные многоканальные С. п. для исследований спектров быстропротекающих процессов конструируются путём сочетания спектрографа со скоростной кинокамерой (киноспектрографы), введения в схему прибора многогранных вращающихся зеркал, применения многоканальной регистрации с многоэлементными приёмниками (такие С. п. наз. хроноспектрографами, спектрохронографами, спектровизорами).

3. Одноканальные спектральные приборы со спектрально-селективной модуляцией

Типичными приборами 3-й группы являются растровые спектрометры и сисамы.

Растровые спектрометры строятся по общей схеме, представленной на рис. 4, но в сканирующем фильтре (монохроматоре) входная и выходная щели заменяются идентичными *растрами*. При периодич. сдвиге одного из растров с нек-рой частотой ω_0 возникает амплитудная модуляция той λ' , для к-рой изображение входного растра совпадает с выходным растром. Для других λ изображения смещаются в результате угл. дисперсии и амплитуда модуляции уменьшается. Ширина АФ $\delta\lambda$ такого С. п. соответствует полупериоду растра. По сравнению со целевыми растровыми монохроматоры дают значит. выигрыш в потоке, однако их применение ограничено засветкой приёмника большим потоком немодулиров. излучения, сложностью изготовления растров и высокими требованиями к качеству оптики. На растровой установке уникального типа с фокусным расстоянием 6,5 м достигались значения $R = 2 \cdot 10^5$ в области 2,5 мкм.

Сисам — спектрометр интерференционный с селективной *амплитудной модуляцией* — строится на основе двухлучевого интерферометра (рис. 5), в к-ром зер-

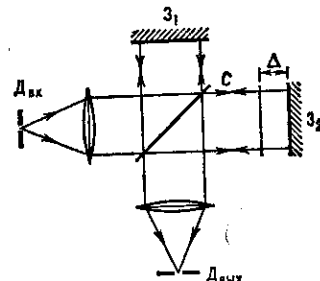


Рис. 5. Принципиальная оптическая схема двухлучевого сканирующего интерферометра: $D_{вх.}$ — входная и выходная круглые дифракц. решётки; S — светоделитель; Z_1 — неподвижное зеркало; Z_2 — подвижное зеркало, перемещаемое (сканируемое) на расстояние Δ (разность хода).

кала заменены синхронно поворачивающимися дифракц. решётками и введён модулятор по оптич. разности хода. В этом случае амплитудная модуляция накладывается только на интервал $\delta\lambda_{диф.}$ соответствующий дифракц. пределу вблизи λ , к-рая удовлетворяет условию максимума дифракции для обеих решёток. Сисам всегда работает на дифракц. пределе: $R = \lambda/\delta\lambda_{диф.}$, при этом за счёт увеличения входного отверстия поток при-