

## 5. АНАЛИЗ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА

*Анализ изотопного состава* – определение содержания данных изотопов в элементе или его соединении.

Анализ смесей радиоактивных изотопов – достаточно простая задача, решаемая методами радиометрии и ядерной спектроскопии. Анализ стабильных изотопов – более сложная проблема.

Анализ необходим в случае применения стабильных изотопных индикаторов, для контроля разделения и концентрирования изотопов, при определении геологического возраста и генезиса пород изотопными методами и т.п. Химические различия изотопов слишком малы для возможности их применения в изотопном анализе. Пользуются зависимостью разных физических свойств от изотопного состава или, реже, специфическими ядерными реакциями, возникающими при воздействии ионизирующего излучения на данный изотоп.

Наиболее универсальный и распространенный способ – применение масс-спектрометра с электрической регистрацией интенсивностей ионных пучков изотопов, разделенных в электрических и магнитных полях после ионизации образца электронным ударом или др. методами. В обычных серийных приборах можно определить изотопный состав с точностью 1-0,1% в образце, где содержание данного элемента не превышает долей мг.

*Масс-спектральные приборы* – приборы, предназначенные для анализа химического и изотопного состава нейтральных веществ и ионизованных газов, для исследования структуры молекул, определения масс ядер и т.д. Действие основано на разделении ионов исследуемого вещества по величинам  $m/e$  (отношение массы иона к его заряду  $e$ ) и измерения этих величин и токов разделенных ионов.

*Масс-спектрометрия* – способ исследования вещества путем определения массы (чаще – отношения  $m/e$ ) и относительного количества ионов, получаемых из исследуемого вещества или уже присутствующих в изучаемой смеси.

Более грубы различные спектральные методы, основанные на изотопных смещениях энергетических уровней атомов и молекул. Спектр смеси изотопов представляет наложение спектров отдельных изотопов с соотношениями интенсивностей, отвечающими изотопному составу. Чаще всего применяют полосатые молекулярные спектры в видимой или УФ области или колебательные ИК-спектры. Пользуются также вращательными микроволновыми спектрами в области  $10^4$ - $10^5$  МГц и спектрами ядерного магнитного резонанса.

Очень малые содержания изотопа можно определить с большой чувствительностью, но не очень большой относительной точностью, методом активационного анализа, например,  $^{17}\text{O}$  по характерному позитронному излучению  $^{18}\text{F}$ , образовавшегося при облучении пробы дейтронами по реакции  $^{17}\text{O}(d,n)^{18}\text{F}$ . Отношение Н:Д можно также находить по поглощению медленных нейтронов, для которых сечение захвата протонами во много раз больше, чем дейтронами.

Спектральные и масс-спектрометрические методы имеют то преимущество, что они не требуют такой тщательной очистки образца, как при измерении физических констант, и часто позволяют находить не только суммарное содержание данного изотопа, но и соотношение концентраций молекул с разным изотопным замещением в образце, например,  $\text{C}_6\text{D}_6$ ,  $\text{C}_6\text{D}_5$ ,... $\text{C}_6\text{H}_6$  в дейтеробензоле.