

УДК 543.544

© В. Г. Березкин

О НОВОМ ПОДХОДЕ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХРОМАТОГРАФИИ

Предложен новый вариант определения хроматографии, который базируется на использовании термина "хроматографическое явление" в качестве базового. При определении хроматографии в качестве основных характеристических признаков были использованы следующие: поток подвижной фазы и силовое поле, причем в случае традиционной сорбционной (двухфазной) хроматографии в качестве носителей силового сорбционного поля рассматриваются частицы сорбента (слой сорбента).

Логичное построение любой области знания требует четкого определения смыслового (идейного) содержания данной области, что позволяет также провести и определение ее границ. Решение этих важных задач возможно лишь при условии разработки достаточно общего и достаточно строгого определения обсуждаемой области науки.

Хроматография развивается и активно используется уже около 100 лет. Однако, к сожалению, до настоящего времени нет общепринятого определения хроматографии, хотя, как отмечал еще Сократ: "Точное логическое определение понятий — главнейшее условие истинного знания".

Интересно отметить, что уже М.С. Цвет, основоположник хроматографии, уделял большое внимание проблеме точных определений в науке. Так, в начале своей основной работы (монография "Хромофиллы в растительном и животном мире" [1]) он использует эпиграф, автором которого является известный французский ученый А. Пуанкаре: "В рассуждениях не было бы никакой точности, если бы ею не были проникнуты же наши определения".

В процессе разработки нового определения какой-либо области науки, как правило, целесообразно обратиться к классическим работам в этой области. М.С. Цвет в начале XX века в своей первой работе приводит следующее описательное определение хроматографии.

"На основании всего предыдущего выясняется возможность выработать новый метод физического отделения различнейших в органических жидкостях веществ. В основе метода лежит свойство растворенных веществ образовывать физические адсорбционные соединения с различнейшими минеральными и органическими твердыми веществами" [1]. В последующих работах эта идея развивается более подробно: "Существует определенный адсорбционный ряд, по которому вещества могут замещать друг друга. Из этой закономерности вытекает следующее важное следствие. Если петролейно-эфирный раствор хлорофилла про-

фильтровывать через столбик адсорбента (я применяю для этого главным образом углекислый кальций, плотно набитый в узкие стеклянные трубки), то пигменты по расположению их в адсорбционном ряду отлагаются отдельными окрашенными зонами по столбику сверху вниз, благодаря тому что пигменты с более сильно выраженной адсорбцией вытесняют книзу слабее удерживаемые. Это разделение становится практически совершенным, если после пропускания вытяжки пигментов сквозь столбик адсорбента его промывать струей чистого растворителя. Как лучи света в спектре, в столбике углекислого кальция закономерно располагаются различные компоненты смеси пигментов, давая возможность своего качественного и количественного определения. Получаемый таким образом препарат я называю хроматограммой, а предлагаемую методику — хроматографической" [1]. "Само собой разумеется, описанные явления адсорбции присущи не только хлорофильным пигментам; ясно, что самые разнообразные окрашенные или бесцветные химические соединения подлежат тем же закономерностям" [1]. Интересно также отметить, что уже в названии первой статьи по хроматографии "О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу" [1] М.С. Цвет использует термин "явление".

СОРБЦИОННОЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

Анализируя приведенное выше описательное определение хроматографии, целесообразно отметить следующие важнейшие особенности хроматографического явления: 1) поток подвижной фазы; 2) наличие слоя адсорбента (сорбента); 3) образование, изменение и движение концентрационных зон хроматографируемых соединений.

В настоящее время большинство хроматографистов придерживается той традиционной точки зрения [2, 3] на определение хроматографии, в ко-

торой хроматографический процесс рассматривается только как сорбционный, а хроматографическая система как двухфазная (например, хроматографическая система может быть представлена системой: 1) газ (подвижная фаза)—твердое тело (неподвижная фаза) или 2) жидкость (подвижная фаза)—твердое тело (неподвижная фаза) и т. д. Поэтому для традиционной сорбционной хроматографии можно дать следующее определение ее основного сорбционного явления.

Сорбционное хроматографическое явление — это явление образования, изменения и движения концентрационных зон веществ в потоке подвижной фазы, движущейся относительно неподвижной фазы (сорбента).

ПОЛЕВОЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

В последние десятилетия активно развивается новый нетрадиционный вариант хроматографии — полевая хроматография, в которой отсутствует сорбент (и, следовательно, нет сорбционного поля), а разделение происходит в потоке подвижной фазы и в условиях силового поля (электрического, магнитного, гравитационного и т. д.), поперечно направленного к направлению движения подвижной фазы [4, 5]. Этот вариант хроматографии имеет следующие особенности: 1) вместо сорбционных полей, источники которого (частицы сорбента) расположены в потоке подвижной фазы, используют "дальнодействующие" силовые поля (электрическое, магнитное и т. д.), источники которого обычно расположены вне потока подвижной фазы; 2) "дальнодействующее" силовое поле имеет одно направление (по отношению к потоку), а сорбционное поле обычно не имеет какого-либо одного преимущественного направления; 3) в качестве объектов разделения обычно используются более крупные частицы. Полевая хроматография основана на использовании полевого хроматографического явления.

Полевое хроматографическое явление — это явление образования, изменения и движения концентрационных зон веществ (макромолекул, частиц) в потоке подвижной фазы, движущейся в поле сил (магнитных, гравитационных, электрических и т. д.).

В связи с этим определением представляется необходимым сделать два замечания.

Во-первых, в настоящее время единственным вариантом хроматографии, который основан на полевого хроматографического явлении, является проточное фракционирование в поперечном поле сил (ПФПП) [4, 5], в котором поле направлено под углом 90° к потоку подвижной фазы. Отметим, что автор ПФПП, выдающийся американский ученый

Гиддингс, рассматривал этот метод как вариант однофазной хроматографии [4].

Однако, по нашему мнению, в полевую хроматографию необходимо включить все возможные варианты этого метода, в которых угол силового поля по отношению к потоку подвижной фазы изменяется в широких пределах от 0 до 180° , поскольку обсуждаемая характеристика не является настолько принципиальной, чтобы с ее изменением можно было бы говорить о реализации принципиально нового метода. Поэтому в определении "полевого хроматографического явления" нами не была включена эта характеристика (угол между силовыми линиями поля и направлением потока подвижной фазы).

Во-вторых, целесообразно предложить также второй (полевой) вариант определения сорбционного хроматографического явления. Этот подход основан на возможности рассмотрения сорбента в хроматографии в качестве источника "близкодействующих" сорбционных сил. Конечно, природа сорбционных сил (и само "сорбционное поле") существенно отличается от природы сил, используемых в полевой хроматографии. Полевой вариант обсуждаемого явления возможно сформулировать следующим образом:

Сорбционное хроматографическое явление — это явление образования, изменения и движения концентрационных зон веществ в потоке подвижной фазы, движущейся в поле сорбционных сил, носителями (источниками) которых являются частицы (слои) сорбентов.

Возможность рассмотрения обоих явлений (сорбционного и полевого) в полевой форме свидетельствует об их общности. Объединенное определение может быть сформулировано следующим образом.

Хроматографическое явление (phenomenon) — это явление образования, изменения и движения концентрационных зон веществ (частиц) в потоке фазы, движущейся в поле сил (сорбционных или магнитных, гравитационных, электрических и т. д.).

ХРОМАТОГРАФИЯ КАК ЯВЛЕНИЕ

Основным (базисным) определением в хроматографии является, по нашему мнению, определение хроматографического явления (или предложенных в данной статье его вариантов). Поэтому на основе этого определения целесообразно определять хроматографию и, возможно, другие основные хроматографические термины (например, хроматографический процесс и др.). Отметим, что данный подход не является новым. В 1999 г. В.Г. Березкиным на II Всероссийской конференции по истории и методологии аналитической хи-

мии был сделан доклад "Хроматография как физико-химическое явление и как наука" [6]. Хроматографическое явление, по нашему мнению, является первичным понятием (по сравнению с хроматографией). Поэтому нам представлялось логичным при определении хроматографии использовать в качестве основного понятия "хроматографическое явление".

Хроматография — научная дисциплина (область науки), которая изучает и разрабатывает

методы использования хроматографического явления.

Целесообразно предложить и частные определения хроматографии.

Сорбционная хроматография — научная дисциплина (область науки), которая изучает и разрабатывает методы использования сорбционного хроматографического явления.



Схема основных вариантов хроматографии

Полевая хроматография — научная дисциплина (область науки), которая изучает и разрабатывает методы использования полевого хроматографического явления.

На рисунке приведена схема основных вариантов хроматографии.

В заключение отметим, что разработку нового определения хроматографии, адекватно отражающего ее современное содержание, нельзя рассматривать как решенную проблему. Автор надеется, что данная статья стимулирует интерес читателей к ее решению.

3. Nomenclature for Chromatography (IUPAC Recommendations, 1993) // Pure and Appl. Chem. 1993. V. 65, N 4. P. 819.
4. Giddings J.C. // J. Chromatogr. 1976. V. 125. P. 3.
5. Янча Й. Проточное фракционирование в поперечном поле. М.: Мир, 1992. 294 с.
6. Березкин В.Г. Хроматография как физико-химическое явление и как наука // Тезисы докладов 2-й Всероссийской конференции по истории и методологии аналитической химии (ИМАХ-2) 26–29 января 1999 г. М.: Изд-во РАН. С. 58.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цвет М.С. Хроматографический адсорбционный анализ. Избранные работы / Под ред. А.А. Рихтера и Т.А. Красносельской. Л.: Изд-во АН СССР, 1946. 272 с.
2. Кейлеманс А. Хроматография газов. М.: ИЛ, 1959. 320 с.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва

Материал поступил в редакцию 11.07.2002.

ON A NEW APPROACH TO DEFINITION OF CHROMATOGRAPHY

V. G. Berezkin

A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS, Moscow

The paper offers a new variant for the definition of chromatography based on the term "chromatographic phenomenon". The main characteristic features used to define chromatography are mobile phase flow and force field. In the case of traditional sorption (two-phase) chromatography, the sorbent particles (sorbent layer) are considered as sorption force field carriers.