

ЧТО ТАКОЕ АНАЛИЗ?

В. А. Шапошник, Т. В. Елисеева

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 29.04.2013 г.

Аннотация. Рассмотрено происхождение термина анализ, который стал ключевым в формировании аналитической химии, и дано его определение.

Ключевые слова: анализ, разделение, неконтактные методы.

Abstract. The etymology of the term analysis being the key term in formation of analytical chemistry is considered, the meanings of the term are discussed.

Keywords: analysis, separation, non-invasive methods.

Не только химический анализ, сорбционные и хроматографические методы, но и другие научные методы, основанные на аналитической методологии, используют термин анализ в качестве ключевого слова. В главе 1 «Истории и методологии аналитической химии» [1], написанной В.И. Вершининым, написано, что термин анализ восходит к философии Аристотеля и происходит от греческого слова $\alpha\nu\alpha\lambda\upsilon\sigma\iota\zeta$ - разложение. Такая интерпретация термина анализ традиционна. Возникает вопрос? Может ли аналитическая химия как наука быть привлекательной для молодого поколения, если ключевым словом является разложение. Термин разложение в большинстве случаев используется для описания распада, упадка, дезорганизованности. Однако этимология и семантика этого слова показывает совсем иной его смысл. Греческое слово $\alpha\nu\alpha\lambda\upsilon\sigma\iota\zeta$ происходит от $\alpha\nu\alpha$ - «вверх», «сверху» и $\lambda\upsilon\sigma\iota\zeta$ от $\lambda\upsilon\omega$ - «отвязываю», «развязываю», «освобождаю». Разное толкование термина возникло при переводе на греческий язык Нового завета. Те, кто был сторонником христианской догмы, перевели его как вознесение. Противники догмы, не верившие в воскресение, перевели как смерть, разложение [2,3].

В химию этот термин был введен Р. Бойлем в 1654 г. [4]. Обстоятельства введения термина анализ представляют особый интерес. В апреле 1652 г. Бойль, вынужден был покинуть имение Стэльбридж, где он проводил химические анализы, и направиться в родовой замок графов Корк в Ирландию для восстановления порядка в имении. Р. Бойль был младший сын графа Ричарда Корка, погибшего в сражении с армией Кромвеля. В апреле 1654 г. он пишет из Корка Фредерику Клодию письмо, в котором можно было прочесть такие

слова: «Поскольку я не имею колб и печей, чтобы выполнять химические анализы неживых объектов, я упражняюсь в анатомировании животных» [4]. Из биографии Р. Бойля следует, что он занимался химическим анализом и до этого письма, однако, в науке действует римское правило: «Verba volant scripta manent (слова улетают, написанное остается)». Результаты исследований принято и в настоящее время датировать не по времени их проведения, а по времени публикации.

Существенный вклад в развитие химического анализа внесло первое систематическое описание индикаторов, данное Р.Бойлем в книге «Опыты и рассуждения о цветах» (1664 г.), хотя отрывочные сведения об этом можно встретить в более ранних работах [4]. Первым индикатором, который описал Р. Бойль был настой сандалового дерева *Lignum perfricticum*, который менял не только цвет проходящего света в разной среде, но и цвет в отраженном свете. Значительно позже было обнаружено, что первый индикатор Бойля был флуоресцентным. В качестве кислотно-основных индикаторов Бойль применил доступные экстракты из фиалок, васильков, роз, ягод, цветков деревьев; часть их этих экстрактов применяли еще древние греки. Применив белый бумажный лист для проведения реакций при добавлении реактивов по каплям, Бойль за два-два с половиной века до Ф. Рунге, Ф. Файгля и Н.А. Тананаева описал капельные реакции. Кроме того, он первым применил неорганический индикатор, содержащий ион $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$, который имел синий цвет в щелочной среде и был бесцветным в кислой. В своей книге Бойль описал *heliotropium tricossum*, который, однако, не применил в качестве индикатора. Это сделал позже Василий Валентин, назвавший его лакмусом.

Введение термина «химический анализ» Р.

Бойлем оказалось, как показала история, своевременным и важным. Часто удачно подобранное слово, термин, название в значительной мере определяют прогресс науки и ее направлений. Удачный термин способствовал координации исследований, которые привели к становлению новой научной дисциплины – аналитической химии. Дальнейшее развитие аналитической химии было связано с созданием совершенных методов разделения, среди которых наибольшее распространение получил хроматографический метод, созданный нашим соотечественником М.С. Цветом для разделения растительных пигментов [5].

Однако существует множество объектов, для которых применяется анализ без разложения, разрушения, а, следовательно, без пространственного разделения на компоненты. Такой метод анализа был назван неинвазивным или неконтактным (*noninvasive*) [6]. К неконтактным методам относятся: высокочастотная кондуктометрия, когда электроды находятся вне измерительной ячейки; рентгенофлуоресцентный метод, широко применяемый в металлургии и производстве строительных материалов; радиоактивационный анализ; гамма-резонансная спектроскопия (спектроскопия Мёссбауэра); нейтронно-активационные методы. Наиболее важными объектами неинвазивного метода анализа являются живые существа, для которых деструкция губительна, а также старинные произведения искусства при реставрации [7]. Если для спектроскопического анализа неорганических объектов можно использовать кванты электромагнитного поля высокой энергии, то для медицинской диагностики исключительное значение имеет применение квантов низкой энергии в области радиочастот. Подтверждением этому являются успехи спектроскопии ядерного магнитного резонанса высокого разрешения и магниторезонансной томографии в диагностике заболеваний [8].

Методы неинвазивного анализа не нуждаются в разделении смеси веществ на отдельные компоненты. В этом случае возникает вопрос о сущности анализа как метода, который давно получил широкое распространение в самых различных областях науки. Достаточно перечисления научных дисциплин, использующих аналитическую методологию: аналитическая химия, математический анализ, аналитическая геометрия, морфология растений, анатомия человека и животных, аналитическая философия. Что же общего остается в понятии анализ, если разделение не является

его обязательным признаком?

За ответом обратимся к идеям, высказанным Г. Гегелем [9]. «Познание ближайшим образом аналитично. Объект, с которым оно имеет дело, представляется ему в образе единичного (*die Gestalt der Vereinzelung*), и деятельность аналитического познания направлена к тому, чтобы свести подлежащее ему единичное к всеобщему. Мышление имеет здесь значение лишь абстракции или формального тождества» [9]. С точки зрения обыденных представлений, этимологии и семантики анализ представляется движением от общего к частному, однако, с точки зрения Гегеля анализ, как и индукция, является движением от частного к общему и от конкретного к абстрактному. Принципиальное отличие анализа от индукции состоит в том, что при анализе обобщается не любой признак, а только существенный. Например, писчий мел может во время лекции изменить форму прямоугольного параллелепипеда до сферы или любой формы, но обобщение формы при индукции не может привести к раскрытию его сущности. Цвет мела также не может быть использован в качестве отличительного признака. Белокаменным городом называется Москва, а не Белгород. Напротив, химический анализ устанавливает, что главным компонентом мела является карбонат кальция, также как и в известняке, перламутре и даже жемчуге. Таким образом, при анализе мы приходим от частного понятия к общему, связывающему не только мел, но все карбонаты кальция в единое целое.

Гегель хорошо понимал недостатки аналитического метода. «Так, например, химик помещает кусок мяса в реторту, подвергает его разнообразным операциям и затем говорит: я нашел, что оно состоит из кислорода, углерода и водорода и т.д. Но эти абстрактные вещества уже не суть мясо» [8]. В результате Гегель приходит к мысли, что для познания объекта необходимо сочетание анализа и синтеза.

Аналитическая химия уникальная естественнонаучная дисциплина, которой были посвящены Международные симпозиумы по истории и философии. На первом из них, проведенном в 1985 г. в Вене, Ф. Вукетитс свой доклад посвятил единству синтетического и аналитического метода [10]. На втором Международном симпозиуме по истории и философии аналитической химии известный химик-аналитик Х. Малисса, развивая эти идеи, говорил о дуализме аналитики, в которой сочетается индукция и дедукция. К сожалению, он

ограничился формальной логикой, в которой речь шла о единстве индукции и дедукции, в то время как в эволюционной логике Гегеля, это суждение заменено единством анализа и синтеза. В докладе Х. Малиссы была рассмотрена этимология слова «анализ». Он обратил внимание на то, что использовавшийся в XIX веке перевод греческого слова $\alpha\nu\alpha\lambda\nu\sigma\iota\zeta$ как разложение (dissolution) в XX веке уже переводился как освобождение (liberation) [11].

Единство аналитического и синтетического методов при проведении химического анализа проявляется в том, что после аналитической операции установления элементного состава необходим функциональный анализ методом инфракрасной спектроскопии или методом ядерного магнитного резонанса, позволяющих выявить группы атомов. Дальнейшей операцией по идентификации вещества является его виртуальный синтез рекомбинацией атомов и групп или дифракционный анализ структуры аналита.

Важную роль играет аналитическая химия при синтезе веществ. А. Байер затратил сначала 18 лет на анализ природного индиго, чтобы затем получить синтетический индиго. Наградой ему была в 1905 г. Нобелевская премия по химии. Современный химик, имеющий хорошо экипированную аналитическую лабораторию, сначала бы выполнил анализ природного индиго, а затем в короткое время осуществил бы синтез. Затраты на оборудование лаборатории окупаются тем, что анализ сложных веществ открывает реальные возможности для превращения аналитической химии в массовую профессию, доступную не только для самых талантливых ученых [12]. Это открывает новые возможности для большой группы молодых исследователей, но и накладывает обязательства на тех, от кого зависит финансирование науки.

ВЫВОДЫ

1. Проведено этимологическое исследование понятия анализ, которое имеет иной смысл (освобождение) в сравнении с принятым термином разложение, что дает возможность видеть как аналитическую химию, так и науки о разделении (сорбция, хроматография, экстракция) в более светлых красках.

2. На первый взгляд анализ направлен от общего (целостный объект) к частному (составляющие его элементы). В действительности аналитическое исследование направлено от частного к общему, как и индукция, однако в отличие от индукции при анализе обобщается не случайный, а существенный признак.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотов Ю.А. История и методология аналитической химии / Ю.А. Золотов, В.И. Вершинин. — М.: Академия, 2007. — 464 с.
2. Вейсман А.Д. Греческо - русский словарь / А.Д. Вейсман. — С.-Петербург, 1899. — 1370 с.
3. Черных П.Я. Историко-этимологический словарь современного русского языка / П.Я. Черных — Т. 1. — М.: Русский язык, 1993. — 621 с.
4. Шапошник В.А. Первая страница истории аналитической химии/ В.А. Шапошник // Ж. аналит. химии. — 2004. — Т. 59, № 8. — С. 886-888.
5. Цвет М.С. О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу / М.С. Цвет // Труды Варшавского Общества естествоиспытателей, отделение биологии. — 1903. — Т. 14. — С. 20-39.
6. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: проблемы и достижения / Ю.А. Золотов. — М.: Наука, 1992. — 288 с.
7. Золотов Ю.А. О химическом анализе и о том, что вокруг него / Ю.А. Золотов. — М.: Наука, 2004. — 477 с.
8. Фримэн Р. Магнитный резонанс в химии и медицине / Р. Фримэн — М.: КРАСАНД, 2009. — 336 с.
9. Гегель Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук. Т.1. Наука логики / Г.В.Ф. Гегель — М.: Мысль, 1974. — 452 с.
10. Wuketits F. M. Synthetic and analytical thinking / F. M. Wuketits // Fresenius Z. Anal. Chem. — 1987. Bd. 326. — S. 320-323.
11. Malissa H. Some fundamentals of Analytical Chemistry / H. Malissa // Fresenius J. Anal. Chem.— 1990. V. 337. — P. 159-165.
12. Полищук В.Р. Как разглядеть молекулу / В.Р. Полищук. — М.: Химия, 1980. — 384 с.

Шапошник Владимир Алексеевич — д.х.н., профессор кафедры аналитической химии Воронежского государственного университета; e-mail: v.a.shaposhnik@gmail.com

Shaposhnik Vladimir A. — Dr. Sc., Professor of Analytical Chemistry department, Voronezh State University; e-mail: v.a.shaposhnik@gmail.com

Елисеева Татьяна Викторовна — к.х.н., доцент кафедры аналитической химии Воронежского государственного университета

Eliseeva Tatjana V. – Ph.D., Associate Professor of the Analytical Chemistry Department, Voronezh State University