

Проточный анализ

Ю.А. Золотов, Журнал Аналитической Химии, 2000, т. 55. № 7. с. 677.

Автоматизацией химического анализа занимаются давно, и здесь были достигнуты значительные успехи. Но они относились преимущественно к заключительной отводке анализа, к собственно определению, измерению аналитического сигнала, а позднее и к обработке данных этого измерения. Начальные стадии анализа, то есть отбор пробы и ее подготовка, длительное время не поддавались автоматизации из-за их сложности и многообразия. Между тем, например, стадия пробоподготовки, весьма, конечно, важная для анализа в целом, обеспечивающая разложение проб, разделение смесей, концентрирование определяемых компонентов, маскирование и т. п., оказывалась самой трудоемкой и вызывающей ухудшение метрологических характеристик анализа из-за субъективных факторов. Появление проточного анализа обеспечило прорыв в этой области, тем более важный, что пробоподготовка непосредственно сопряжена с собственно определением.

Что понимать под Проточным анализом?

Представим себе поток технологической жидкости, например, в межцеховом трубопроводе. Если непосредственно в этот поток (in-line) ввести датчик, скажем, ионселективный электрод, мы сможем непрерывно определять концентрацию нужного компонента. Это Анализ в потоке (Analysis in Flow). Однако речь идет в сущности не о таком анализе.

Под Проточным анализом (Flow Analysis) мы понимаем прежде всего, но не только, автоматизированный анализ большого числа проб, осуществляемый с помощью специально организованного в аналитическом приборе потока специально приготовленной жидкости, в которую автоматически вводятся аликвоты анализируемой жидкости и реагенты. Здесь поток – средство осуществления высокопроизводительного анализа, а не исходная анализируемая матрица.

Есть, правда, так называемый обратный вариант. Реагенты в этом случае автоматизированным способом вводятся в постоянно протекающий через аналитический прибор поток исходной анализируемой жидкости, отбираемой, скажем, через байпас или трубкой по ходу судна. Этот вариант, вообще говоря, одноименно является и Анализом в потоке и Проточным анализом, но поскольку в данном случае используется та же методология, а главное, та же аппаратура, что и в «классическом» Проточном анализе, этот вариант обычно относят именно к Проточному анализу.

Должно быть отмечено еще одно отличие. Анализ в потоке может относиться, в принципе, к объектам в любом агрегатном состоянии: к газам, сверхкритическим флюидам, жидкостям и даже к потоку твердых веществ, например на ленте транспортере. В Проточном анализе мы – во всяком случае в настоящее время – имеем дело главным образом с жидкостями.

Развитие автоматизированного анализа жидкостей, в том числе и в потоке, намного отстало от развития подобного анализа газов, если иметь в виду массовый анализ большого числа проб. Первой существенной вехой на пути автоматизации массового анализа жидкостей было создание в 50–60 годах приема, который сейчас называют Непрерывным проточным анализом (НПА). Прием был реализован в приборах фирмы Текникон, и эти приборы получили довольно широкое применение в анализе сельскохозяйственных объектов, в частности почвенных вытяжек, а также в приложении к ряду других объектов.

Второй вехой, несомненно, было появление в середине 70-х годов Проточно-инжекционного анализа (ПИА). Если в НПА используется поток жидкости, разделенный пузырьками воздуха, то в ПИА применяется неразделенный поток. Здесь нет возможности рассматривать эти методы по существу.

За последние годы в области проточного анализа появилось много нового. Можно указать последовательный инжекционный анализ (Sequential Flow Analysis), микроварианты ПИА, комбинации ПИА и ионной хроматографии, комбинации ПИА и капиллярного электрофореза, многокомпонентный анализ, электроинжекционный анализ. ПИА широко используют в плотном сочетании со спектроскопическими методами анализа.

Регулярно созываются международные конференции двух серий – по проточному анализу и, в основном в США, по проточно-инжекционному анализу. В Японии существует Ассоциация

ПИА и издается журнал Flow Injection Analysis. Многие фирмы выпускают приборы для проточного анализа. Издано несколько монографий.

Российские специалисты-аналитики выполнили значительные работы по ПИА, НПА и другим направлениям проточного анализа. Если в начале 80-х в СССР существовала в сущности лишь одна группа, занимавшаяся ПИА (в ГЕОХИ АН СССР), то сейчас таких групп, как минимум, десяток. А скорее всего, – существенно больше. Предложен новый вариант проточного анализа – электроинжекционный анализ (В. П. Андреев), создано несколько вариантов приборов для ПИА, причем приборы выпускаются серийно, разработаны многочисленные методики ПИА анализа вод, в том числе морских, и многих других объектов. Защищена первая докторская диссертация по ПИА (Л. К. Шпигун).

Несколько лет назад был проведен российский симпозиум по проточному анализу, а в 1999 г. возникла необходимость и возможность организовать вторую встречу специалистов.