

НА ПУТИ К МАССОВОМУ, В ТОМ ЧИСЛЕ БЫТОВОМУ, ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ДРУГИХ СРЕДСТВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

DOI: 10.31857/S0044450221010163

В 2015 г. журнал “Аналитика” провел дискуссию на тему “Аналитическое оборудование как бытовая техника: реальность, возможности, перспективы” [1]. Один из уважаемых участников дискуссии высказал следующее мнение: “Любое профессиональное аналитическое оборудование никогда не сможет стать столь же массовым, как и бытовые приборы. Дело здесь не в его доступности или портативности, а в квалификации персонала. Бытовые приборы по определению предназначены любым пользователям, тогда как аналитические приборы требуют от операторов понимания принципов их действия, ясности в целях и задачах выполнения анализа и соответствующего уровня квалификации”.

Однако, может быть, “понимание принципов действия аналитического прибора” необходимо, когда метод и соответствующий прибор еще далеки от совершенства, когда надо учитывать условия, разного рода помехи и т.д.? Большинство аналитических методов и приборов находятся именно на этой стадии; большинство, но не все. На имеющихся “домашних” приборах можно показать, что аналитическое оборудование не только может стать “бытовым”, но уже в значительной степени таковым является. Более того, миниатюризация, упрощение использования, удешевление средств химического анализа — одно из магистральных направлений развития аналитического приборостроения и аналитической химии в целом.

Средства химического анализа проходят путь, в чем-то похожий на путь компьютеров: они становятся меньше в размерах и массе, проще в использовании и дешевле; однако их возможности не растут так быстро, как возможности компьютеров. Известны многочисленные простые анализаторы, предназначенные для определения содержания конкретного вещества в конкретной среде. Разрабатываются, производятся и используются также универсальные портативные приборы, например ручные атомно-эмиссионные и рентгенофлуоресцентные спектрометры или спектрометры ионной подвижности.

Большая группа миниприборов и миниустройств предназначена для использования при решении медицинских задач. К ним относятся

простые приборы для анализа крови, в том числе в домашних условиях. Они обеспечивают определение одного целевого вещества — глюкозы (глюкометры), гемоглобина, кислорода (пульсоксиметры, надеваемые на палец) и других компонентов. Есть и устройства, простые системы, дающие возможность определять в крови несколько компонентов, например глюкозу—холестерин—гемоглобин или глюкозу—холестерин—мочевую кислоту. Все эти средства анализа производятся и широко используются; принципы их действия различны. Существуют также многочисленные экспресс-тесты для анализа мочи; в основном это не приборы, а тест-полоски, позволяющие приблизительно оценивать содержание ряда веществ. Среди таких средств анализа — тесты на обнаружение беременности. В качестве примера можно чуть подробнее сказать о двух типах приборов — о глюкометрах и пульсоксиметрах.

Глюкометры — аналитические приборы, выпускаемые миллионными тиражами; вероятно, это один из самых массовых приборов для химического анализа, если не самый массовый. Методы определения глюкозы в крови разрабатывались в течение более ста лет, анализы этими методами делались, разумеется, только в лабораториях, причем сначала “операторами, понимающими принципы их действия”, “соответствующего уровня квалификации”. Потом, по мере шлифовки методов, анализы стали делать лаборанты. А затем А. Хеллер разработал массовый биохимический сенсор с кулонометрической регистрацией продукта реакции (непростая химия и биохимия!), но отработал его так, что потребителю ничего про принципы действия знать не надо: нажал кнопку, получил результат.

Если кулонометр по А. Хеллеру — прибор по сути электрохимический, то пульсоксиметр — оптический. Второе отличие заключается в том, пульсоксиметр — анализатор неинвазивный (хотя глюкометр требует всего лишь 300 нанолитров крови). Определение степени насыщения крови кислородом основано на разном поглощении излучения при 660 и 910 нм гемоглобином и оксигемоглобином. Прибор состоит из двух соответствующих светодиодов, приемника излучения,

расположенного на противоположной стороне устройства, вычислительного механизма и дисплея. Источником информации служат периферийные кровеносные капилляры на пальце или мочке уха.

Большую группу простых и миниатюрных аналитических приборов составляют приборы для анализа воды и разных водных сред; они часто служат целям экологических анализов, но не только. Это рН-метры, кислородомеры, анализаторы растворенного диоксида углерода, кондуктометры, нефелометры, портативные устройства для определения общего органического углерода (ТОС) и др. Так, распространение получили приборы для определения кислорода, растворенного в воде. Еще не так давно это была довольно сложная аналитическая задача, которую решали профессиональные аналитики. Теперь можно опустить в воду небольшой кислородомер и на крошечном дисплее увидеть концентрацию кислорода. Однако создание такого прибора, как и других, рассматриваемых здесь, было отнюдь не простым; можно сказать, что чем проще и надежнее прибор, тем больше ума и таланта было вложено в его разработку (а часто еще и средств).

Отдельную группу “карманных” приборов представляют газоанализаторы, предназначенные для определения концентрации либо одного газа, либо нескольких. Обычно это приборы размером несколько больше и несколько тяжелее мобильного телефона. Они позволяют определять, например, монооксид углерода, аммиак или сероводород; особенно широко распространены детекторы метана, используемые для обнаружения утечек бытового газа. Подобные устройства еще не стали бытовыми в полном смысле этого слова, но их активно применяют рабочие, контролеры, регулировщики и т.д.; они есть в свободной продаже. Часто это “универсальный” измерительный прибор со сменными сенсорами (например, электрохимическими) на отдельные газы.

Для анализа газов и паров применяются и более сложные портативные приборы, основанные на использовании газовой хроматографии, спектрометрии ионной подвижности (а в будущем и масс-спектрометрии). Инструментарий этого типа играет большую роль в обеспечении безопасности и армейском оснащении. Речь идет об обнаружении отравляющих и взрывчатых веществ, наркотиков, алкоголя, токсичных веществ, попадающих в пищу. Профессиональных знаний и навыков такое использование не требует.

Известно, что со времен Первой мировой войны начались разработки полевых способов обнаружения и идентификации отравляющих веществ. Одним из вариантов стала разработка и производство небольших трубок с индикаторными веществами внутри и устройств типа резиновой груши для прокачки атмосферного воздуха через трубки. Появление окрашивания в трубке служило аналитическим сигналом. В настоящее время в числе средств полевого обнаружения отравляющих веществ существенную роль играют упомянутые спектрометры ионной подвижности ручного типа. В США создан солдатский вариант такого “спектрометра” весом 500 г. Из других миниприборов обсуждаемого назначения можно упомянуть нитратомеры для проверки сельскохозяйственных продуктов, но, по имеющимся данным, их (нитратомеров) качество невысоко.

Можно отметить также другие ручные спектральные приборы. Их используют для анализа твердых объектов — металлов, сплавов, химических продуктов и т.д. Наиболее известны атомно-эмиссионные и рентгеновские спектрометры-пистолеты, применяемые, например, для быстрой идентификации или разбраковки сплавов, оценки драгоценных металлов и в других случаях. Имеются портативные ИК-спектрометры, использующие близкую ИК-область; их важное применение — проверка качества и пищевой ценности сельскохозяйственной продукции, например зерна. Обычно анализ на ряд макрокомпонентов делается без пробоподготовки, его выполнение не требует квалификации.

Можно быть уверенным, что движение в сторону создания простых и недорогих аналитических приборов и устройств массового применения будет не только продолжаться, но и, несомненно, набирать темп, тем более, что есть множество задач, которые надо решать на месте, по возможности быстро и просто. Одна из таких задач — анализ почв на основные, чаще всего определяемые, компоненты, прямо в поле или по крайней мере в своем хозяйстве, а не в далекой агрохимической лаборатории. Разумеется, в первую очередь это относится к определению азота, фосфора, калия и, конечно, кислотности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитика. 2015. № 2(21). С. 32.

Ю.А. Золотов