

## 4.4 Техническое регулирование и товароведение

УДК 620.1.08

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ТОВАРОВ

*Буланчиков И.А., ст. преп., Шидловская В.В., студ.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье представлены современные методы исследования товаров. В частности, рассмотрены инструментальные методы анализа, применяемые при экспертизе товаров.

Ключевые слова: токсикометрия, методы исследования, хроматограмма, селективное детектирование, интенсивность света, токсичная доза, индуктивно-связанная плазма, атомный пар.

Для проведения исследований используются следующие современные методы:

– физико-химические методы: атомная абсорбция, в том числе с индуктивно-связанной плазмой, изотопная масс-спектрометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография, в том числе с масс-детектированием, капиллярный электрофорез и многие другие;

– методы токсикометрии и оценки эффектов воздействия на организм химических веществ и материалов: классические (с использованием лабораторных животных) и альтернативные (с использованием различных тест-систем).

Хромато-масс-спектрометрия – аналитический метод, основанный на сочетании возможностей хроматографа и масс-спектрометра, использующийся для количественного и качественного определения отдельных компонентов в сложных смесях (рис. 1).

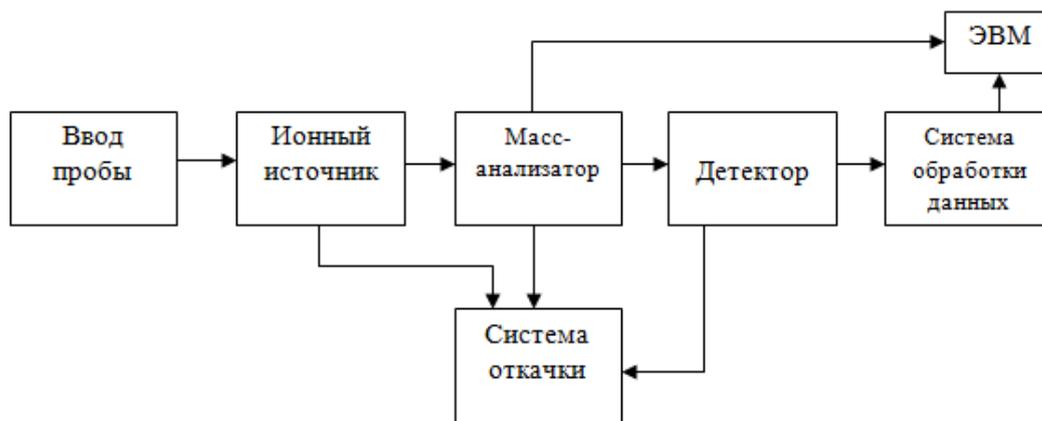


Рисунок 1 – Блок-схема масс-спектрометра

Прибор, с помощью которого проводится исследование, получил название хромато-масс-спектрометра или ХМС. Проходя через хроматограф, проба разделяется на компоненты, а масс-спектрометр отвечает за их идентификацию и анализ. Для получения спектра молекулы компонентов пробы ионизируются, специальный датчик считывает изменение ионного тока, на основании чего записывается хроматограмма. Программное обеспечение для обработки хроматограмм позволяет сверить полученные пики с зарегистрированными ранее и тем самым проводя их точное качественное и количественное определение. Одновременно с этим делается снимок масс-спектра, дающий представление о строении компонентов, в том числе и не идентифицированных ранее. Высокую точность показывает селективное детектирование. Его суть сводится к записи показаний не по всему объему поступающего ионного тока, а по максимальным для предполагаемых молекул ионам.

Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) находит широкое применение в практике

анализа для определения химического состава. Метод отличается избирательностью и чувствительностью и позволяет быстро получить требуемую информацию.

Метод атомно-абсорбционного анализа основан на резонансном поглощении света свободными атомами при прохождении его через атомный пар исследуемого образца. Поглощение квантов света приводит к возбуждению атомов, резонансный спектр которых индивидуален для каждого элемента. Интенсивность света на резонансной частоте описывается законом Бугера-Ламберта:

$$I = I_0 \times e^{-k_{\text{D}} \times l}, \quad (1)$$

где  $k_{\text{D}}$  – коэффициент поглощения света;  $l$  – толщина поглощающего слоя.

Атомно-абсорбционные спектрометры (рис. 2) относятся к прецизионным приборам с высокой степенью автоматизации всех этапов исследования. В современных моделях для обработки данных используется компьютерная техника.

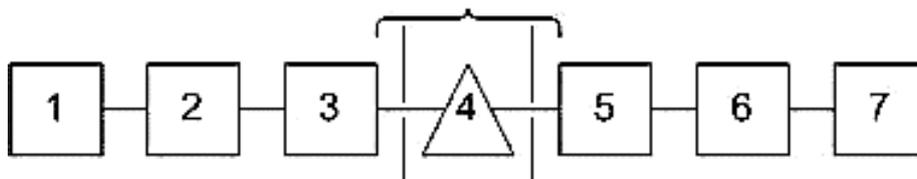


Рисунок 2 – Принципиальная схема ААС: 1 – источник излучения, 2 – атомизатор, 3 – модулятор, 4 – анализатор/монохроматор, 5 – детектор, 6 – усилитель, 7 – регистрирующее устройство

Основные достоинства атомно-абсорбционной спектрометрии:

- высокая чувствительность;
- менее жесткие требования, предъявляемые к стабильности условий атомизации. Это связано с тем, что в ААС результаты исследования пробы в основном зависят от числа невозбужденных атомов, которое незначительно изменяется при колебаниях температуры;
- высокая селективность. Метод исключает влияние на результаты анализа наложения других линий других атомов, присутствующих в образце.

ААС способны определять порядка 70 элементов, в большинстве своем металлов. Определение неметаллов и газов, длина волны которых превышает 190 нм. При использовании графитовой печи анализ Hf, Nb, Ta, W и Zr невозможен, так как они образуют труднолетучие карбиды.

При работе в автоматическом режиме спектрометры способны проводить анализ до 500 проб в час, а приборы, в которых используется графитовая печь, – до 30 проб в час.

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), называемая также жидкостной хроматографией высокого давления, – наиболее перспективный аналитический вариант классической колоночной хроматографии в современном приборном исполнении. Метод ВЭЖХ широко применяется для целей количественного химического анализа в экологии, санитарно-гигиенических и ветеринарных исследованиях, при контроле качества и сертификации пищевой и сельскохозяйственной продукции и во многом другом.

ВЭЖХ реализуется с использованием блочно-модульной хроматографической системы – жидкостного хроматографа, в котором жидкая подвижная фаза (элюент) определенного состава (из 2–3 компонентов) с помощью **насосного блока** под высоким давлением (обычно 50–200 атмосфер) с заданной постоянной скоростью (100–1000 мкл/мин) непрерывно подается через хроматографическую колонку – стальную трубку длиной 50–250 мм, внутреннего диаметра 2–5 мм, плотно и равномерно заполненную однородными частицами сорбента диаметром 3–10 мкм. В качестве сорбента могут использоваться адсорбенты с развитой поверхностью или неподвижные жидкие фазы, привитые к поверхности твердого носителя (химически модифицированные сорбенты).

В процессе токсикометрических исследований определяют токсические дозы, токсические концентрации, токсодозы, действуя в которых вещества вызывают различные неблагоприятные эффекты.

Наиболее распространенный способ определения зависимости «доза – эффект» состоит в формировании в группе подопытных животных нескольких подгрупп. Животным, входящим в подгруппу, токсикант вводят в одинаковой дозе, а в каждой последующей подгруппе доза

увеличивается. Поскольку чувствительность животных различных видов к токсикантам не одинакова, а порой отличается очень значительно, опыты по оценке токсичности выполняют минимум на трех видах животных, один из которых – крупные (собаки, кошки).

Наряду с традиционными токсикологическими методами контроля для оценки безопасности продукции применяются различные альтернативные токсикологические методы исследования с помощью биологических тест-объектов, так называемые методы биологического тестирования или методы *in vitro*, использование которых разрешено с законодательной точки зрения. Для оценки безопасности продукции по токсикологическим показателям с использованием альтернативных биологических моделей исследованию подлежат общетоксическое и раздражающее действие, а тест-объектами служат сперма крупного рогатого скота, люминесцентные бактерии, хориоаллантоисная мембрана развивающегося куриного эмбриона, культуры клеток человека и животных, изолированные органы.

Капиллярный электрофорез (КЭ) – интенсивно развивающийся метод разделения сложных смесей, позволяющий анализировать ионные и нейтральные компоненты различной природы с высокой экспрессностью и уникальной эффективностью.

В основе капиллярного электрофореза лежат электрокинетические явления – электромиграция заряженных частиц и электроосмос. Эти явления возникают в растворах при помещении их в электрическое поле, преимущественно высокого напряжения. Если раствор находится в тонком капилляре, например, в кварцевом, то электрическое поле, наложенное вдоль капилляра, вызывает в нем движение заряженных частиц и пассивный поток жидкости, в результате чего проба разделяется на индивидуальные компоненты, так как параметры электромиграции специфичны для каждого сорта заряженных частиц.

Данный метод применяется при контроле качества, подлинности и безопасности напитков (органические кислоты (в том числе индивидуальные формы D- и L-изомеров), сахара, неорганические катионы и анионы, консерванты, подсластители, синтетические красители, витамины, аминокислоты, фурфуролы, ароматические альдегиды, амины, флавоноиды, антоцианы, пестициды, фунгициды); контроле качества и безопасности пищевой продукции, продовольственного сырья и БАД (консерванты, подсластители, кофеин, теобромин, органические кислоты, аминокислоты, амины, белки).

Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) – это разновидность масс-спектрометрии, отличающаяся высокой чувствительностью и способностью определять ряд металлов и нескольких неметаллов в концентрациях до  $10^{-10}$  %, т. е. одну частицу из  $10^{12}$ . Метод основан на использовании индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для их разделения и детектирования. ИСП-МС также позволяет проводить изотопный анализ выбранного иона.

ИСП-МС можно использовать для анализа объектов окружающей среды, таких, как вода и многие другие. Метод может также обнаруживать металлы в моче для определения присутствия токсичных металлов. Прибор очень чувствителен к примесям в воздухе, и высокие концентрации органики приводят к снижению качества работы и необходимости очистки.

#### Список использованных источников

1. Беляцкий, В. Н. Основы методов атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии : учеб.-метод. пособие / В. Н. Беляцкий. – Минск : БГМУ, 2015. – 47с.
2. Лепешко, П. Н. Токсиколого-гигиеническая оценка новых химических веществ, внедряемых в производство: учеб.-метод. пособие / П. Н. Лепешко, Л. М. Бондаренко. – Минск : БГМУ, 2017. – 54с.
3. Пупышев, А. А. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов / А. А. Пупышев, В. Т. Суриков. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006.
4. Хромато-масс-спектрометрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.meta-chrom.ru/company/articles/khromato-mass-spektrometriya/>. – Дата доступа: 15.04.2020.
5. Ювелирные товары: современные инструментальные методы анализа и экспертизы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/yuvelirnye-tovary-sovremennye-instrumentalnye-metody-analiza-i-ekspertizy/>. – Дата доступа: 15.04.2020.