

ЛАЗЕРНАЯ АТОМНО-ЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОМЕТРИЯ ВЫСОХШИХ КАПЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА И МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Саркисов Н. С.¹, Зажогин А. П.², Кузнецов Е. А.¹, Патапович М. П.¹

¹УО «Белорусская государственная академия связи», Минск, РБ

²Белорусский государственный университет, Минск, РБ

mperpat@mail.ru

LASER ATOMIC EMISSION SPECTROMETRY OF DRIED DROPLETS OF HUMAN BIOLOGICAL FLUIDS AND MODEL SYSTEMS

The urgency of conducting research on model systems of simple composition is shown, which allows minimizing the number of significant factors affecting the structure formation, as well as carrying out a controlled change in the parameters of the liquid. It is noted that two-pulse laser atomic emission multichannel spectrometry makes it possible to register the local distribution of essential elements during ablation of dried droplets of biological fluids and standard samples. The developed methods and standard samples allow for an assessment of the local spatial and total content of macro- and microelements in dried drops of the patient's biological fluids. Thus, the method of two-pulse laser atomic emission spectrometry can be considered the preferred method for quantitative analysis of dried droplets of liquids, including biological ones, since it allows simultaneous determination of local concentrations of macro- and microelements when recording spectra in air.

Исследование агрегатного состояния компонентов биологических жидкостей в норме и патологии, реакции состава жидкостей на воздействие внешних физических факторов чрезвычайно важно как для фундаментальной науки, так и ее практического приложения [1].

Для интегрального определения содержания элементов в жидких биообразцах исследуется зависимость между интенсивностью спектральных линий и концентрацией элемента, которые адекватны реальным. Наиболее выгодные спектральные характеристики при анализе сухих остатков биологических субстратов получаются при возбуждении элементов сдвоенными лазерными импульсами с поверхности и объема пористых тел.

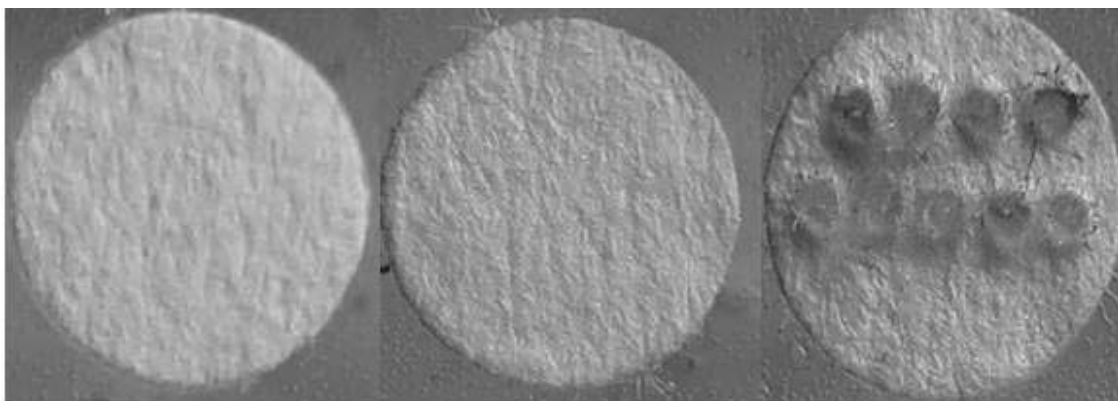
В случае регулярно-структурированных веществ за счет специального подбора параметров и конфигурации внутренней структуры вещества имеются возможности управления взаимодействием лазерного импульса с мишенью и достижением заданных свойств лазерной плазмы [2,3].

Лазерный пучок приходит в контакт со средой, в которой размеры частиц, их массовая плотность, и, следовательно, длина геометрической прозрачности вещества меняются со временем.

Структура пористого вещества сильно влияет на динамику переноса энергии. Вначале происходит быстрый перенос энергии, обусловленный объемным поглощением лазерного излучения в области плазмы с различными параметрами. Далее следует сравнительно медленный перенос энергии гидротепловой волной, распространяющейся из области поглощения лазерного излучения в окружающее холодное пористое вещество [2].

В качестве пористой поверхности нами были использованы бумажные беззольные фильтры, содержание золы которых составляет 0,004 %. Данные фильтры считаются пористыми материалами, имеющими плотность примерно 80 г/м² и толщину порядка 0,2 мм. В качестве пористой поверхности нами был использован бумажный беззольный фильтр, который с помощью двухстороннего скотча плотно наклеивали на подложку из оргстекла.

Приготовления образцов биологических жидкостей на пористой подложке включает ряд этапов. Вначале необходимо обработать подложку этанолом и высушить ее при комнатной температуре в течение 5-10 мин. Далее следует наклеить двухсторонний скотч на высохшую подложку, вырезать из бумажного фильтра кусочки определенного размера, снять внешнюю ленту скотча и наклеить кусочки бумажного фильтра на его поверхность. После этого наносятся капли биологических жидкостей и стандартных растворов объемом 10 мкл с помощью микропипетки и проводится процесс сушки при температуре 40-45⁰ С и относительной влажности воздуха 60-65 % в течение примерно 5 минут. На рис.1 в качестве примера представлено изображение структуры поверхности бумажных беззольных фильтров до нанесения стандартного образца, содержащего соли меди, после нанесения и высушивания и после проведения серии экспериментов.



а) б) в)

Рисунок 1. Внешний вид образца до (а) и после (б) нанесения исследуемой капли, а также после проведения эксперимента (в)

Чтобы оценить характер распределение макро- и микроэлементов в биологических и стандартных образцах, были определены интенсивности линий химических элементов по диаметру высохшей капли. В качестве примера на рис.2 приведены изменения интенсивности спектральной линии алюминия в высохших каплях плазмы крови человека.

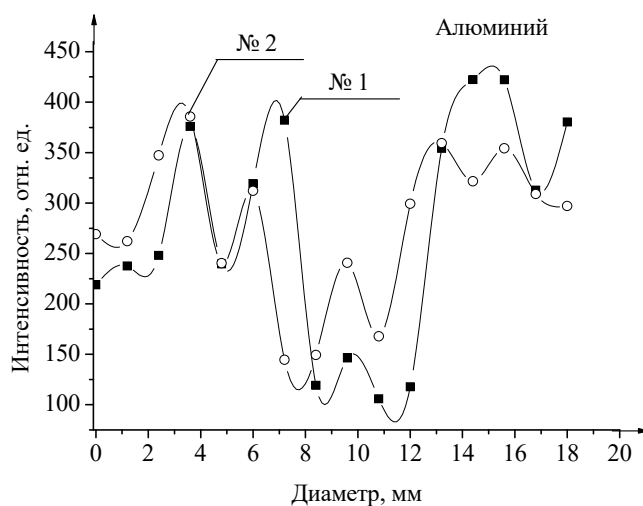


Рисунок 2. Изменение интенсивности линии Al по диаметру капли плазмы крови двух человек (№1 и №2)

Установленные закономерности позволили разработать методики и стандартные образцы для оценки локального и общего содержания макроэлементов в высушенных каплях биологических жидкостей. Проведена оценка локального пространственного и общего содержания макроэлементов в высушенных каплях биологических жидкостей пациентов методом двухимпульсной лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии.

Двухимпульсная лазерная атомно является предпочтительным методом количественного анализа высохших капель биологических жидкостей, так как позволяет одновременно определять локальные пикограммовые концентрации макро- и микроэлементов при регистрации спектров в атмосфере воздуха. Разработанные методики для количественной оценки изменений в пространственном распределении макроэлементов позволят существенно снизить степень субъективизма при исследовании твердой фазы биологических жидкостей.

Лазерный спектрометр, использованный для данного исследования, может также применяться для установления химического состава различных соединений и сплавов, а также послойного анализа многофункциональных покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Длин В. В., И. М. Османов // Российский медицинский журнал. 1997. № 6. С. 48.
2. F.J. Fortes // Spectrochim. Acta B. 2008. V. 63. № 10. P. 1191.
3. Патапович М.П., Булойчик Ж. И. // Вестн. Бел. гос. ун-та. 2009. Сер. 1. № 3. С. 14.