

спектрометр Agilent 8800 (США), а для контроля правильности проведения анализа и определения макроэлементов в составе конденсатов – атомно-эмиссионный спектрометр Thermo Scientific iCAP 6500 Duo (США). Основной ионный состав конденсатов определяли с применением системы капиллярного электрофореза «Капель-105М» (Люмекс, Россия).

В результате проведенных исследований предложена методология отбора проб конденсатов паро-газового потока в лабораторных условиях при помощи лабораторной установки. Определены содержания основных элементов и микроэлементов хвостохранилищ в составе конденсатов паро-газового потока методами ИСП-АЭС и ИСП-МС. Наибольшие значения соответствуют Si, Ca, Na, K, Mg (50-3000 мкг/л). Так же, в конденсатах присутствуют основные элементы хвостохранилищ Pb, Zn, Fe, Cu, Mn на уровне 5-70 мкг/л и As, Se, Hg, Au на уровне <10 мкг/л. Согласно результатам анализа методом КЭ, конденсаты в основном содержат сульфат-анион, хлорид-анион, нитрат-анион и гидрокарбонат-анион. С применением метода SP-ICP-MS зарегистрировано присутствие элементов в конденсатах в виде наночастиц, которое определяется режимом сбора конденсатов и условиями хранения проб. Ряд элементов может присутствовать в конденсатах как в виде растворимых форм, так и в виде наночастиц – золото, олово, свинец, селен, мышьяк, ртуть, барий.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-05-00126.

### *Список литературы*

[1]. Bortnikova S. et al. Mechanisms of low-temperature vapor-gas streams formation from sulfide mine waste //Science of the Total Environment, 2019.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ БУФЕРОВ В АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С МИКРОВОЛНОВОЙ ПЛАЗМОЙ**

<sup>1</sup>Полякова Е.В., <sup>2</sup>Васильева М.А.

<sup>1</sup>ИИХ СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>НГУ, Новосибирск, Россия

*e\_polyak@niic.nsc.ru*

**DOI: 10.26902/UDL2020\_27**

Среди различных вариантов атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС) все большее распространение получают источники с возбуждением спектров в микроволновой плазме (МП). Имеющиеся на рынке аналитического оборудования модели спектрометров в качестве плазмообразующего газа используют азот, который генерируют из воздуха, что значительно дешевле использования высокочистого аргона. Области применения АЭС МП неуклонно расширяются [1]. Значительный интерес представляет анализ «простых» природных объектов, например, вод, в которых МП могла бы конкурировать с индуктивно-связанной плазмой.

Значительная часть природных объектов имеет высокую минерализацию и содержит в качестве основных катионов щелочные или щелочноземельные металлы. Температура азотной МП не превышает 6000К, матричные влияния, присущие АЭС, в ней проявляются сильнее. Для учета возникающих матричных влияний в литературе предлагается использовать различные методы, такие как метод добавок (требует значительных временных затрат на каждую пробу и линейных градуировочных функций), добавление основного элемента в градуировочные растворы (для природных вод с варьирующим содержанием основного элемента не подходит), малоизученный метод мультиэнергетической градуировки и т.д. На наш взгляд наиболее перспективным вариантом представляется буферирование плазмы добавлением элементов с невысокими потенциалами ионизации, которые определяют параметры плазмы, а влияние присутствующих в пробе матричных элементов становится незначимым.

Цель настоящей работы - изучение возможности использования элементов с потенциалами ионизации ( $E_{\text{ион}}$ ) менее 6 эВ (Al, Eu, Sm, Rb, Ba, Li, In, Ga, La) в качестве спектрального буфера в АЭС МП для определения основных щелочных и щелочноземельных элементов (Ca, Mg, Ba, K, Na, Li) в природных минерализованных водах.

В ходе работы выбран диапазон концентрации азотной кислоты, в котором аналитические сигналы элементов не изменяются – 1-2.5%. Определены концентрации буферных элементов, при которых аналитические сигналы аналитов постоянны (не изменяются при небольшом варьировании концентрации буферного элемента), они составляют 75-150 мг/л. Показано, что литий и алюминий не подходят для использования в качестве буферных, т.к. даже небольшое изменение их концентрации приводит к изменению условий в плазме, что подтверждается изменением отношения  $Mg(II)/Mg(I)$ . В присутствии буферных элементов определены содержания аналитов в поровых водах озера Баган (НСО), результаты подтверждены методом «введено-найдено». Найденные концентрации аналитов совпадают при различных разбавлениях пробы (содержании основных матричных элементов). Наилучшие результаты получены при использовании рубидия и индия в качестве спектрального буфера.

## Список литературы

[1]. Williams C.B., Amais R.S., Fontoura B.M., Jones B.T., Nobrega J.A., Donati G.L. Recent developments in microwave-induced plasma optical emission spectrometry and applications of a commercial Hammer-cavity instrument // Tr. Anal. Chem, 2019.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ПОРИСТЫХ СТЕКОЛ

<sup>1</sup>Рахимова О.В., <sup>2,3</sup>Цыганова Т.А.

<sup>1</sup>ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ИХС РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский Научный центр РАН, Санкт-Петербург, Россия  
*olga-18061963@yandex.ru*

DOI: 10.26902/UDL2020\_28

Модифицированные пористые стекла (ПС) применяются в различных областях медицины: векторная доставка лекарственных препаратов [1], биосовместимые композиции для ортопедии и травматологии [2], сенсорные элементы для микрофлюидных чипов для детектирования протекания иммунных реакций [3].

Традиционное представление о биологической стабильности высококремнеземного ПС связано с тем, что этот материал близок по составу к кварцевому стеклу и состоит на 93-98% из кремнезема [4].

Целью настоящей работы было исследование биологической активности двух ПС составов (мас. %): ПС 8Б (0.2Na<sub>2</sub>O·4.2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·95.5SiO<sub>2</sub>·0.1Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ПС НФФ (0.17Na<sub>2</sub>O·5.96B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·93.75SiO<sub>2</sub>·0.07P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·0.05F), полученных в результате кислотной проработки двухфазных щелочноборосиликатных стекол (ЩБС) 8Б (7.6Na<sub>2</sub>O·20.4B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·71.9SiO<sub>2</sub>·0.1Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), НФФ (6.8Na<sub>2</sub>O·22.1B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·70.4SiO<sub>2</sub>·0.19P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·0.52F). Концентрация ПС в маточном растворе составляла 1.0 г/л. Исследование биологической активности ПС проводилось методом биотестирования водных вытяжек мелкодисперсных порошков ПС (размер зерен ≤ 0,063 мм) с разбавлениями 1:1, 1:10 и 1:100 на приборе «Биотестер - 2М». В качестве тест-объекта использовали *Paramecium caudatum* (инфузория туфелька).

В результате было установлено, что превышение уровня умеренной токсичности наблюдается только для свежеприготовленного образца стекла ПС НФФ, что может быть связано с наличием в этом образце оксида фтора [5]. При разбавлении анализируемых проб в соотношении 1 : 100, а в случае свежеприготовленного образца ПС НФФ даже при соотношении 1 : 10 наблюдается инверсия индекса токсичности в сторону отрицательных значений. Это явление может быть связано с тем, что концентрации соединений эссенциальных элементов в водных вытяжках становятся оптимальными для жизнедеятельности тест-объекта (инфузорий).