

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2020-2022 годы, проект № FZGU-2020-0044.

## **АНАЛИЗ БРОНЗОВЫХ АРТЕФАКТОВ МЕТОДОМ ОЭС-ИСП**

Колмыков Р.П.

*ФИЦ УУХ СО РАН, Кемерово, Новосибирск*

*kolmykoff.roman@yandex.ru*

**DOI: 10.26902/UDL2020\_13**

Практика производства и обработки металлов является одним из важнейших маркеров развития человечества. Изучение металлических артефактов, оставленных нашими предками, позволяет получить важную информацию о стиле их жизни, уровне научно-технических знаний и состоянии окружающей среды того времени. В частности, изучая химический состав металлических находок, можно определять происхождение изделий, относить их к рудным источникам, чтобы проследивать культурно-экономические связи, существовавшие в древнем обществе, а также лучше понимать обычаи, ценности и путь его развития [1]. Чем больше элементов определяется при анализе, тем больше информации об особенностях материалов и использованных технологиях можно получить. Для подобного анализа используют ряд методов, сравнение возможностей которых приведено в работе [2].

В данном исследовании был использован метод оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ОЭС-ИСП), реализованный при помощи спектрометра iCAP 6500 DUO, который позволяет проводить одновременный мультиэлементный анализ. Представлена методика для определения элементного состава медных и бронзовых артефактов, применяя различные методы обработки получаемых результатов. В ходе проведенных исследований были подобраны оптимальные условия анализа, с использованием которых был определен элементный состав более чем 500 археологических находок.

Состав бронзовых изделий представлен медной основой и такими лигатурами как мышьяк, олово, свинец, сурьма и серебро. Набор микроэлементов в образцах варьируется, но во многом соответствует приведенному в литературе. По данным десятков зарубежных информационных источников в бронзовых находках определяют до 44 элементов разными методами и способами, которые не лишены определенных недостатков. В отечественной методической базе, согласно [3], в меди высокой чистоты определяют Ag, Al, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Te и Zn. Однако условия измерений для образцов со значительным содержанием олова, мышьяка, сурьмы и других элементов будут приводить к значительным ошибкам. По методике эмиссионного спектрального анализа [4] в бронзах определяют Al, As, Sb, Sn, Si, Ni, Pb, Fe, Zn,

Mn и Ti, чего явно недостаточно для характеристики древней бронзы. Таким образом, проводимое исследование актуально и в историческом, и в аналитическом аспектах, а также прекрасно встраивается в общемировую тренд.

Автор работы выражает благодарность Научно-аналитическому центру исследования химического состава и структуры углеродистых веществ (КемЦКП ФИЦ УУХ СО РАН) за предоставленное для ее выполнения оборудование и музею "Археология, этнография и экология Сибири" Кемеровского государственного университета за предоставленные для анализа артефакты.

### ***Список литературы***

- [1]. Crossera M., Baracchini E., Prenesti E., Giacomello A., Callegher B., Oliveri P., Adami G. // *Microchem. J.* 2019. V. 47. P. 422.
- [2]. Lyubomirova V., Djingova R., Kuleff I. // *Archaeometry.* 2015. V. 57. No. 4. P 677.
- [3]. ГОСТ Р 57061–2016. Медь. Измерение массовой доли примесей в меди методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. М., 2016. 11 с.
- [4]. ГОСТ 20068.3–79. Бронзы безоловянные. Метод спектрального анализа по окисным стандартным образцам с фотографической регистрацией спектра. М., 2002. 10 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВОГО КИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ И УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ МС-ИСП**

<sup>1,2</sup>Кравченко А.А., <sup>2</sup>Николаева И.В., <sup>2</sup>Палесский С.В.

<sup>1</sup>НГУ, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>ИГМ СО РАН, Новосибирск, Россия

*a.kravchenko4@g.nsu.ru*

**DOI: 10.26902/UDL2020\_14**

Микроволновое кислотное разложение характеризуется высокой производительностью, однако не всегда гарантирует вскрытие сложной силикатной матрицы, вследствие чего этот способ не нашел широкого применения для геологических пород. Использование этого метода разложения для основных и ультраосновных пород связано с тем, что исследуемые породы характеризуются относительно низким содержанием силикатов (менее 50-60 %) и следовым уровнем определяемых примесных элементов, что предполагает необходимость разработки методики анализа с пределами обнаружения на уровне 0.0005-0.01 мкг/г [1, 2].

Целью настоящей работы является разработка методики МС-ИСП анализа основных и ультраосновных пород с микроволновым кислотным