

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕДИ И СЕРЕБРА В СПЛАВЕ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНО-ИСКРОВОЙ ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Леонидова А. А. (Университет ИТМО), **Жабровец Д. А.** (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д. ф.-м.н., профессор Никоноров Н. В.

(Университет ИТМО)

Серебро с давних времен используется в самых различных областях человеческой деятельности: от дезинфекции с помощью серебряных пластинок до производства зеркал. Особенно часто серебро применяют для чеканки монет и изготовления ювелирных украшений. Поскольку серебро всегда было достаточно дорого для производства массового продукта, к нему начали добавлять медь, благодаря которой сплав становился не только дешевле, но и прочнее. Монеты из медно-серебряного сплава представляют собой массовые находки во время археологических раскопок. Так как содержание серебра и других драгоценных металлов в сплаве напрямую отражало экономическое состояние государства, потому исследование состава данных объектов представляет интерес для археологов и историков. Несовершенство технологии производства, а также использование природного сырья может приводить к тому, что состав партии монет, отчеканенных в одно время в одном месте, будет различным.

В настоящее время для анализа химического состава веществ часто применяются такие методы, как: атомно-абсорбционная спектроскопия, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, рентгенофлуоресцентный анализ. Одним из наиболее востребованных методов исследования произведений искусства и памятников истории является лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия (LIBS). Его простота и скорость измерения облегчает изучение большого количества образцов без предварительной пробоподготовки. Существенным достоинством LIBS является возможность проведения как качественного, так и количественного определения химического состава. При воздействии на образец многократными импульсами можно анализировать не только состав поверхности образца, но и его внутренние слои, поскольку при каждом лазерном импульсе небольшая часть материала удаляется (порядка 2-3 мкм). В связи с этим, метод LIBS является практически не разрушающим, что особенно важно при исследовании исторических объектов. Также данная особенность метода позволяет исследовать глубокие слои монет, поверхность которых была повреждена коррозией в процессе археологизации.

Эффективным методом количественного расчета состава образцов, полученного при помощи LIBS, является сравнение интенсивностей полос отдельных химических элементов (в данном случае – меди и серебра) со спектрами эталонных образцов. В рамках данной работы в качестве эталонов изготовлены сплавы серебра и меди в различных концентрациях. Цель данного исследования заключается в определении зависимости интенсивностей полос меди и серебра от их количественных соотношений в эталонных сплавах. Эмиссионные спектры получали на экспериментальной установке LIBS с наносекундным лазером (Nd:YAG) в режиме модулированной добротности. Измерение проводилось при длине волны 532 нм с энергией лазерного импульса 19 мДж. Определение концентрации компонентов меди и серебра производилось по соотношению площадей их полос в спектре LIBS. На основании полученных соотношений построены калибровочные кривые для различных эталонных медно-серебряных сплавов.

В результате проведенной работы были изготовлены эталонные медно-серебряные сплавы с заранее известным соотношением меди и серебра. На основании анализа спектров LIBS была построена калибровочная кривая для двухкомпонентных сплавов.

Проведен анализ химического состава исторической монеты методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии. Обнаружено, что при постепенном испарении образца под действием лазерных импульсов возможно построение концентрационных профилей

приповерхностного слоя. Возможность выполнять профилирование по глубине образца позволяет исследовать изменение состава исторических образцов, подвергшихся коррозионным повреждениям.