

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра лазерной физики и спектроскопии

БОСЯКОВА
Алина Григорьевна

ДВУХИМПУЛЬСНАЯ ЛАЗЕРНАЯ АТОМНО-ЭМИССИОННАЯ
СПЕКТРОСКОПИЯ БРОНЗОВЫХ И СЕРЕБРЯНО-МЕДНЫХ
АРТЕФАКТОВ ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА

Реферат дипломной работы

Научный руководитель:
кандидат физ.-мат. наук,
доцент К.Ф. Ермалицкая

Минск, 2021

РЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Двухимпульсная лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия бронзовых и серебряно-медных артефактов железного века.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета, Ермалицкая Ксения Федоровна.

Дипломная работа состоит из введения 3 глав, заключения, списка исследуемых источников (23) и занимает 55 страницы. В дипломной работе представлено 18 рисунков и 9 таблиц.

Ключевые слова: лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия, двухимпульсная атомно-эмиссионная спектроскопия, железный век, сдвоенные лазерные импульсы, лазерная абляция, бронзовые артефакты, серебряно-медные артефакты.

Объекты исследования: образцы бронзовых и серебряно-медных артефактов железного века из фондов Института Истории НАН Беларуси, исторического музея Беларуси, музея исторического факультета БГУ.

Цель исследования: исследование особенностей деструкции поверхности металлов, сплавов, а также эмалей сдвоенными лазерными импульсами, исследование двухимпульсной лазерной абляции старинных образцов, покрытых патиной и загрязнениями, создание методики качественного анализа старинных артефактов методом лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии.

Метод исследования: Двухимпульсная лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия.

Полученные результаты: Двухимпульсная лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия является преимущественным методом прямого малодеструктивного анализа предметов искусства, артефактов, поскольку позволяет проводить измерения в конкретную точку поверхности в атмосфере воздуха без предварительной химической и механической подготовки поверхности. Деструкция поверхности при воздействии сдвоенных лазерных импульсов минимальна по сравнению с другими источниками атомно-эмиссионного анализа ($V_{\text{бруствера}} = 1,849 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3$). Переход от ОЛИ к СЛИ при неизменной суммарной энергии и мощности излучения приводит к многократному (от 2 до 10 раз в зависимости от интервала Δt) увеличению аналитического сигнала, а, следовательно, и чувствительности анализа. Деструкция поверхности при этом возрастает всего лишь в 1,2 – 1,4 раза. Концентрация компонентов в исследуемых объектах позволяет сделать выводы не только о подлинности, но и определить временные рамки и место их изготовления.

Рекомендации по внедрению: Малодеструктивный ЛАЭС анализ артефактов и ювелирных изделий из металлов и сплавов, в том числе покрытых значительным слоем загрязнений, патины и окарины без предварительной механической и химической подготовки поверхности.

РЭФЕРАТ ДЫПЛОМНАЙ РАБОТЫ

Басякова А. Р.

Двухімпульсная лазерная атамна-эмісійная спектраскапія бронзавых і сярэбрана-медных артэфактаў жалезнага веку.

Навуковы кіраўнік-кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт кафедры лазернай фізікі і спектраскапіі фізічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, Ермаліцкая Ксенія Фёдараўна.

Дыпломная праца складаецца з ўвядзення 1 кіраўнікоў, заключэння, спісу доследных крыніц (23) і займае 55 старонак. У дыпломнай працы прадстаўлена 18 малюнкаў і 8 табліц.

Ключавыя словы: лазерная атамна-эмісійная спектраскапія, двухімпульсная атамна-эмісійная спектраскапія, Жалезны век, здвоеныя лазерныя імпульсы, лазерная абляцыя, бронзавыя артэфакты, сярэбрана-медныя артэфакты.

Аб'екты даследавання: узоры бронзавых і сярэбрана-медных артэфактаў жалезнага стагоддзя з фондаў Інстытута гісторыі НАН Беларусі, гістарычнага музея Беларусі, музея гістарычнага факультэта БДУ.

Мэта даследавання: даследаванне асаблівасцяў дэструкцыі паверхні металаў, сплаваў, а таксама эмаляў здвоенымі лазернымі імпульсамі, даследаванне двухімпульсной лазернай абляцыі старадаўніх узораў, пакрытых пацінай і забруджваннямі, стварэнне метадыкі якаснага аналізу старадаўніх артэфактаў метадам лазернай атамна-эмісійнай спектраскапіі.

Метад даследавання: Двухімпульсная лазерная атамна-эмісійная спектраскапія.

Атрыманыя вынікі: Двухімпульсная лазерная атамна-эмісійная спектраскапія з'яўляецца пераважным метадам прамога маладэструктыўнага аналізу прадметаў мастацтва, артэфактаў, паколькі дазваляе праводзіць вымярэння ў канкрэтную кропку паверхні ў атмасферы паветра без папярэдняй хімічнай і механічнай падрыхтоўкі паверхні. Дэструкцыя паверхні пры ўздзеянні здвоеных лазерных імпульсаў мінімальная ў параўнанні з іншымі крыніцамі атамна-эмісійнага аналізу ($V_{\text{бруствера}}=1,849 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3$). Пераход ад АЛІ да ЗЛІ пры нязменнай сумарнай энергіі і магутнасці выпраменьвання прыводзіць да шматразовага (ад 2 да 10 раз у залежнасці ад інтэрвалу Δt) павелічэнню аналітычнага сігнала, а, такім чынам, і адчувальнасці аналізу. Дэструкцыя паверхні пры гэтым узрастае ўсяго толькі ў 1,2 – 1,4 разы. Канцэнтрацыя кампанентаў у доследных аб'ектах дазваляе зрабіць высновы не толькі аб сапраўднасці, але і вызначыць часовыя рамкі і месца іх вырабу.

Рэкамендацыі па ўкараненні: Малодэструктыўны ЛАЭС аналіз артэфактаў і ювелірных вырабаў з металаў і сплаваў, у тым ліку пакрытых значным пластом забруджванняў, паціны і акалінай без папярэдняй механічнай і хімічнай пагатоўкамі паверхні.

GRADUATE PROJECT ESSAY

Bosyakova A. G.

Double pulse laser atomic-emission spectroscopy of bronze and silver-copper artifacts of the Iron Age.

Scientific supervisor-Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Laser Physics and Spectroscopy of the Faculty of Physics of the Belarusian State University, Ksenia Yermalitskaya.

The thesis consists of an introduction of 1 chapter, a conclusion, a list of research sources (23) and takes up 55 pages. The thesis contains 18 figures and 8 tables.

Keywords: laser atomic emission spectroscopy, double-pulse atomic emission spectroscopy, iron age, double laser pulses, laser ablation, bronze artifacts, silver-copper artifacts.

Objects of research: samples of bronze and silver-copper artifacts of the Iron Age from the funds of the Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus, the Historical Museum of Belarus, the Museum of the Historical Faculty of BSU.

The purpose of the study: to study the features of the destruction of the surface of metals, alloys, and enamels by double laser pulses, to study the two-pulse laser ablation of ancient samples covered with patina and dirt, to create a methodology for the qualitative analysis of ancient artifacts by laser atomic emission spectroscopy.

Research method: Two-pulse laser atomic emission spectroscopy.

The results obtained: Two-pulse laser atomic emission spectroscopy is the preferred method of direct low-destructive analysis of art objects and artifacts, since it allows measurements to be made at a specific point of the surface in the air atmosphere without prior chemical and mechanical preparation of the surface. The destruction of the surface under the influence of double laser pulses is minimal compared to other sources of atomic emission analysis ($V_{\text{parapet}} = 1,849 \cdot 10^{-12} \text{ m}^3$). The transition from OLI to DLI with a constant total energy and radiation power leads to a multiple (from 2 to 10 times, depending on the interval Δt) increase in the analytical signal, and, consequently, the sensitivity of the analysis. The destruction of the surface increases only by 1.2 – 1.4 times. The concentration of components in the objects under study allows us to draw conclusions not only about the authenticity, but also to determine the time frame and place of their manufacture.

Recommendations for implementation: Low-destructive LAES analysis of artifacts and jewelry made of metals and alloys, including those covered with a significant layer of dirt, patina and scale without prior mechanical and chemical preparation of the surface.