

УДК 902.34 7.025.4

<https://doi.org/10.24852/2587-6112.2025.6.71.113>

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И АТРИБУЦИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗОЛОТЫХ УКРАШЕНИЙ ИЗ РАЗРУШЕННОГО СКИФСКОГО КУРГАНА В СТАНИЦЕ КРЫМСКОЙ

©2025 г. С.Г. Буршнева, Ю.Н. Осин, К.С. Чугунова, Т.В. Рябкова, Я.Р. Уразаева

Статья посвящена всестороннему анализу и атрибуции уникальных украшений, приобретенных Н.И. Веселовским в 1895г. на Кубани в станице Крымской для Императорской археологической комиссии. Реконструкция их внешнего вида и атрибуция стали возможными лишь после всестороннего изучения конструктивных особенностей всех составляющих с применением неразрушающих инструментальных методов анализа, а также полного комплекса консервационных и восстановительных работ. Установлено, что они являются частями составных украшений. Стилистика и цветовая гамма, а также сложная техника изготовления свидетельствуют об их изготовлении в специализированной ювелирной мастерской. Сходство с материалами гробниц из Нимруда позволяет отнести их близкому хронологическому горизонту – IX–VIII вв. до н. э. Невозможно, однако, утверждать, что они были сделаны именно в Ассирии. Известно, что драгоценные металлы, камни, предметы роскоши, технологии и мастера перемещались на значительные расстояния в результате торговли, династических контактов, военных походов, депортаций, даннических отношений. В погребение украшения могли попасть позже – в VII в. до н. э. и, безусловно, только в качестве трофеев кочевнической знати. Присутствие номадов на территории к югу и юго-востоку от озера Урмия, на территории маннейских племен и Мидии позволяет связать производство украшений с этим регионом.

Ключевые слова: археология, Н.И. Веселовский, станица Крымская, ювелирные украшения, коллекция Эрмитажа, исследование и реконструкция археологических предметов.

UNIQUE GOLD JEWELRY FROM DESTROYED SCYTHIAN BARROW IN STANITSA KRYMSKAYA: COMPREHENSIVE RESEARCH AND ATTRIBUTION

S.G. Burshneva, Yu. N. Osin, K. S. Chugunova, T. V. Ryabkova, Ya R. Urazaeva

The paper is dedicated to a comprehensive analysis and attribution of the unique jewelry acquired by N.I. Veselovsky in 1895 in the Kuban region at stanitsa Krymskaya for the Imperial Archaeological Commission. Reconstruction of their appearance and attribution became possible only after a comprehensive study of the design features of all components using non-destructive instrumental analysis methods, as well as a full range of conservation and restoration work. It has been established that they are parts of complex jewelry (Fig. 30). The style and color scheme, as well as the sophisticated manufacturing technique, indicate that they were made in a specialized jewelry workshop. Similarity with materials from Nimrud tombs allows them to be attributed to a close chronological horizon – 9th–8th centuries BC. However, it is impossible to assert that they were crafted in Assyria. It is known that precious metals, stones, luxury goods, technologies and craftsmen traveled across considerable distances as a result of trade, dynastic contacts, military campaigns, deportations and tributary relations. The jewelry could have entered the burial later, in the 7th century BC, and, obviously, only as trophies of the nomadic nobility. The presence of nomads in the territories to the south and southeast of Lake Urmia, in the territories of Mannaeans tribes and Media, makes it possible to link jewelry production with this region.

Keywords: archaeology, Nikolay I. Veselovsky, stanitsa Krymskaya, jewelry, the State Hermitage collection, research and reconstruction of archaeological items.

По архивному свидетельству, «золотые и другие древние предметы были куплены Комиссией в 1895 г. в станице Крымской Кубанской области у купца А.Е. Калианиди, которому эти древности были отданы в залог сотником Нестеровым, проводившим без разрешения Комиссии раскопки в упомянутой области» (НА ИИМК Ф.1/1995. Д. 93. Л. 98)¹. Среди этих предметов были: золотая диадема в двух обломках, великолепные серьги со

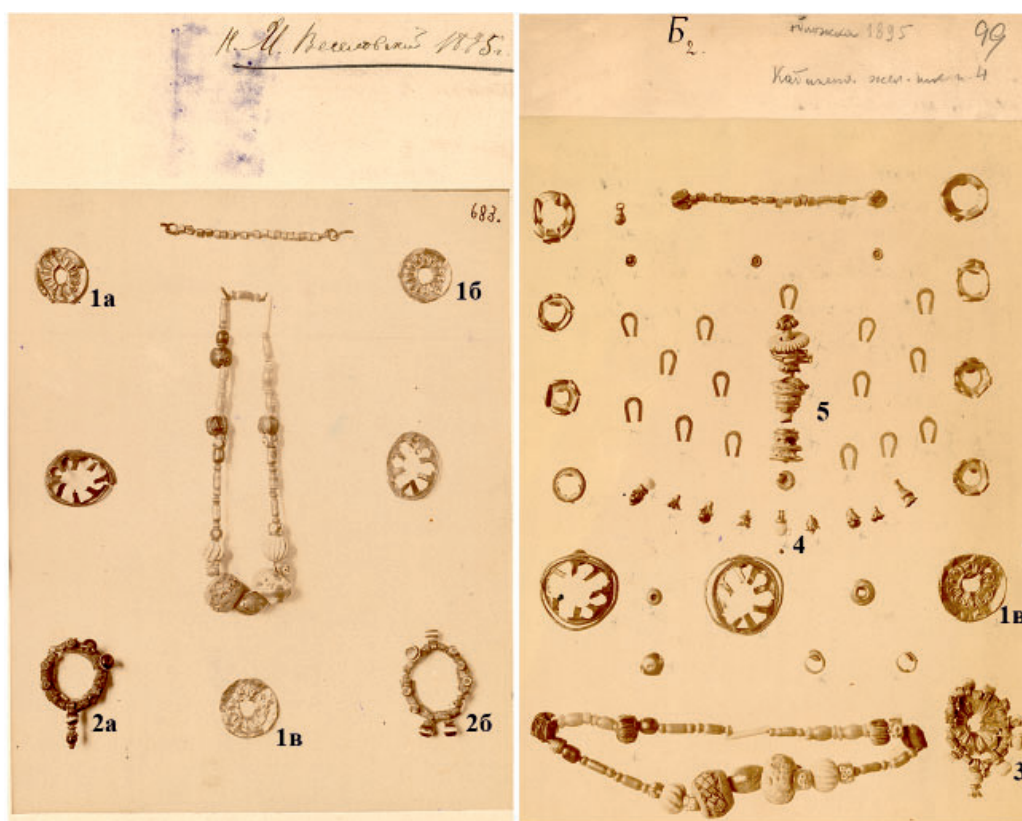


Рис. 1. Предметы, приобретенные Н.И. Веселовским в станице Крымской в 1895 г. Фотография. РО НА ИИМК Ф.1/1995 Д.93. Л.95, 99. 1- золотые розетки, 2-ободки с нанизанными пронизями и бусинами из агата; 3 – фрагмент украшения с бирюзовыми бусинами; 4 – обломки подвесок; 5 – фрагменты «щитковидных серег».

Fig. 1. Items acquired by N.I. Veselovsky at stanitsa Krymskaya in 1895. Photographs. The Manuscript Department of the Scientific Archive of the Institute of History of Material Culture. F.1/1995 L.93. L.95, 99. 1 – gold rosettes, 2 – bands with strung agate bead strings and beads; 3 – fragment of jewelry with turquoise beads; 4 – fragments of pendants; 5 – fragments of ‘shield-shaped earrings’.

вставками из бирюзы и сердолика, многочисленные обломки украшений с агатом и сердоликом, мелкие нашивные украшения и бусины 10 различных типов из стекла и фритты (рис. 1, 2). Все предметы были переданы в Императорский Эрмитаж и составили коллекцию Ку 1895/3. Относились ли предметы к одному комплексу? В публикации, посвященной серьгам из этой покупки, А.П. Манцевич писала, что, «поскольку предметы поступили от кладоискателя, установить их связь с другими вещами из этой же покупки, к сожалению, невозможно» (Манцевич, 1961, с. 154). Тем не менее сам Н.И. Веселовский воспринимал эти вещи как комплекс. В его рукописном отчете указано, что «две крупные находки скифских древностей в курганах Крымской станицы господ Фелицина² и Нестерова побудили ... исследовать и другие курганы, расположенные в районе Крымской станицы» (НА ИИМК Ф.1/1995. Д. 93. Л. 25).

Полная публикация и анализ вещей из этой покупки еще предстоят, однако уже сейчас ясно, что все предметы, кроме бусин³, могут быть отнесены к единому комплексу. Об этом свидетельствует сходство как в материалах, так и в конструктивных элементах серег и «золотых розеток с проволочным ободком», высокая проба золота, из которого изготовлены вещи, и их уникальность – до сих пор прямых аналогий этим изделиям среди скифских древностей Причерноморья нет.

Для последовавшей сразу после покупки публикации из всей коллекции были отобраны наиболее эффектные предметы: диадема, серьги и «тонкие золотые розетки с проволочным ободком», причем последние были выложены из разрозненных фрагментов (ОАК, 1897, с. 65, рис. 160, 161, 162; Буршнева, Осин, Рябкова, 2024, с. 198) (рис. 2).

Спустя 60 лет А.П. Манцевич обратилась к серьгам со вставками из сердолика и бирюзы

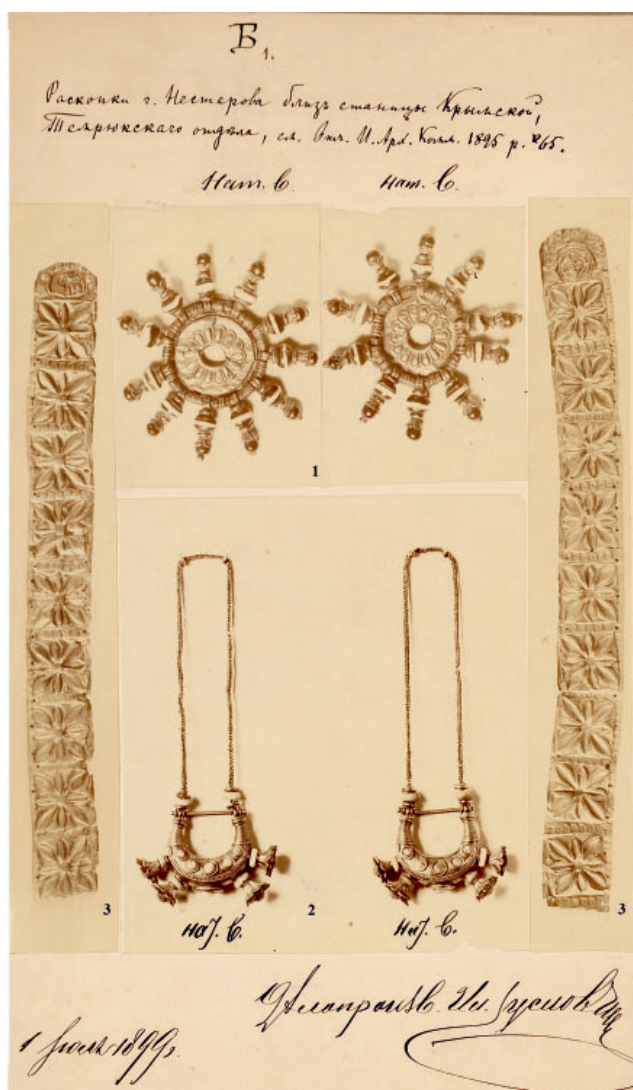


Рис. 2. Золотые украшения из покупки Н.И. Веселовского. 1 – розетки с проволочным ободком и подвесками из агатовых и сердоликовых бусин; 2 – серьги со вставками из сердолика и бирюзы; 3 – диадема. Фотография. РО НА ИИМК Ф.1/1995 Д.93. Л.98.

Fig. 2. Gold jewelry from the items purchased by N.I. Veselovsky. 1 – rosettes with a wire band and pendants made of agate and carnelian beads; 2 – earrings with inserts made of carnelian and turquoise; 3 – diadem. Photographs. The Manuscript Department of the Scientific Archive of the Institute of History of Material Culture. F.1/1995 D.93. L.98.

(рис. 2: 2). Полемизируя с М.И. Ростовцевым, считавшим серьги позднеэллинистическими (Ростовцев, 1925, с. 588), она датировала их временем скифской архаики (VII–VI вв. до н.э.) и отнесла к продукции южно-фракийского центра торевтики (Манцевич, 1961, с. 162). В.А. Кисель определил серьги как ассирийское изделие последней трети VII в. до н.э.

(Кисель, 2003, с. 61). Анализ конструктивных и стилистических особенностей серег и их аналогий из погребений Нимруда, Алиседы и Урарту позволил установить их связь с финикийской традицией и датировать в рамках 750–650 гг. до н. э. (Рябкова, 2023, с. 51).

Фрагменты золотых украшений на бронзовой основе (рис. 1: 5) также были соотнесены с продукцией мастерской, в которой были изготовлены серьги, хотя вид и назначение этих предметов не были установлены (Рябкова, 2023, с. 53).

Данная работа посвящена всестороннему анализу и атрибуции уникальных украшений в виде «золотых розеток с проволочным ободком» (рис. 1: 2; 2: 1). Забегая вперед, нужно сказать, что реконструкция их внешнего вида и атрибуция стали возможными лишь после всестороннего изучения конструктивных особенностей всех составляющих с применением неразрушающих инструментальных методов анализа, а также полного комплекса консервационных и восстановительных работ. Исследовательские и реставрационные работы выполнялись в Лаборатории научной реставрации драгоценных и археологических металлов и в Отделе научно-технологической экспертизы Государственного Эрмитажа.

При первой публикации из описанных «4-х тонких золотых розеток с проволочным ободком, на который нанизан ряд подвижных золотых колечек с привесками из небольших сердоликовых (на 3 экз.) и бирюзовых бус (на 1 экз.), оправленных в золото» приведена фотография лишь одного предмета, с полосчатыми агатовыми бусинами (ОАК, 1897, с. 65, рис. 161) (рис. 2: 1). При сравнении ее с фотографией всех предметов из архивного дела (рис. 1) очевидно, что это реконструкция, составленная из тонкой золотой розетки (рис. 1: 1a), колечка с подвесками (рис. 1: 2a) и отдельных подвесок (рис. 1: 4). Вероятно, термин «розетки» был взят за основу для описания именно из-за непохожести этих выложенных из фрагментов украшений на какие-либо известные, да и серьги в комплексе из Крымской уже были. Это наблюдение позволяет определить отмеченные ранее причины расхождения в данных о количестве приобретенных и находящихся в коллекции Эрмитажа вещей (Рябкова, 2023, с. 51). Как видно по архивному фото, розеток действительно было четыре: три отдельных (рис. 1: 1a–в) и одна в составе фрагмента

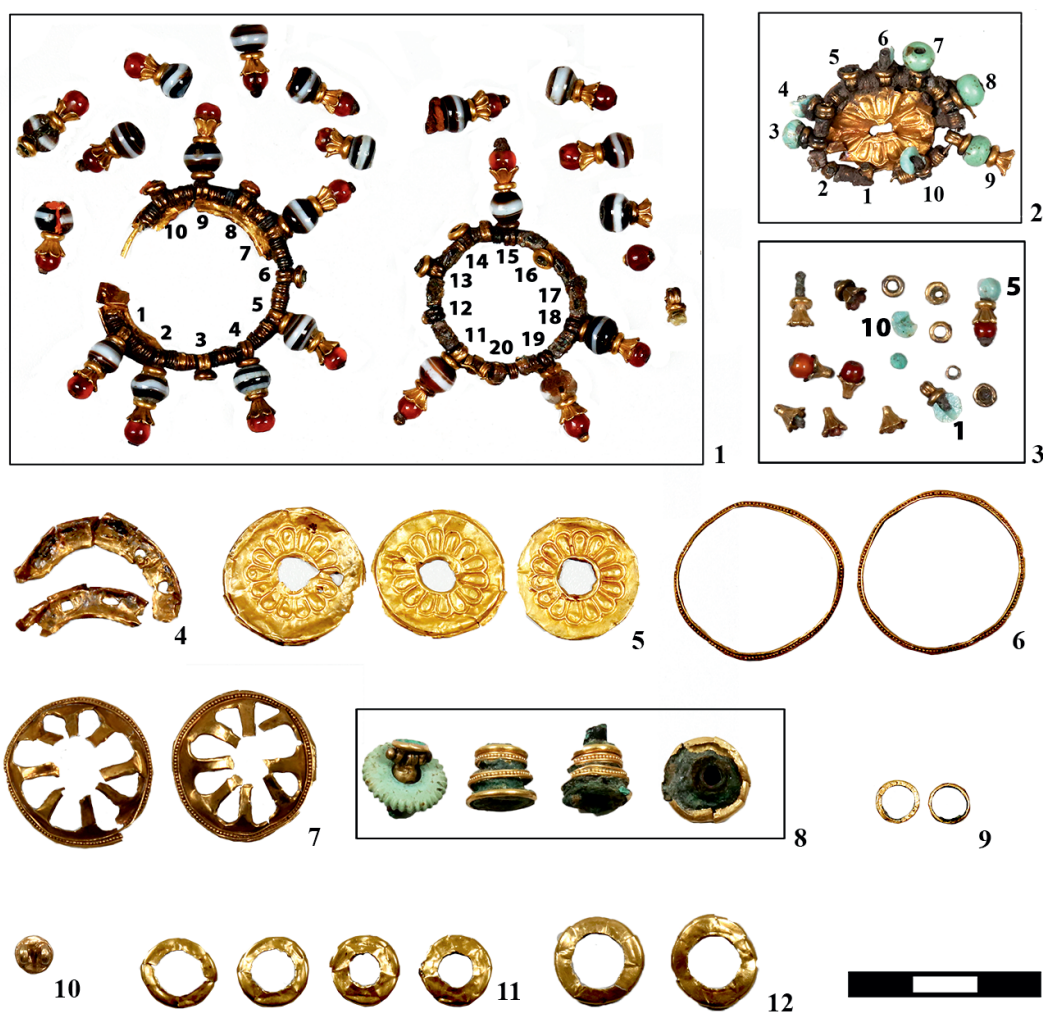


Рис. 3. Предметы коллекции 2520 в собрании Государственного Эрмитажа. 1–пара украшений в виде проволочных ободков с пронизями и подвесками из агатовых бусин, украшенных цветками из золотой чашечки с сердоликовой сердцевинкой (ГЭ. Инв.№ 2520/9); 2 – украшение в виде ободка с розеткой, пронизями и подвесками в виде бирюзовых бусин, украшенных цветками из золотой чашечки с сердоликовой сердцевинкой (ГЭ. Инв.№ 2520/18); 3 – фрагменты сердоликовых и бирюзовых подвесок (ГЭ. Инв.№ 2520/17); 4 – фрагменты ободка круглого (ГЭ. Инв.№ 2520/16); 5 – розетки плоские с орнаментом (ГЭ. Инв.№ 2520/15); 6 – ободки кольцевидные (ГЭ. Инв.№ 2520/5); 7–бляшки полусферические ажурные (ГЭ. Инв.№ 2520/6); 8–фрагменты «щитковидных серег» (ГЭ. Инв.№ 2520/8); 9 – ободки (ГЭ. Инв.№ 2520/13); 10 – «бляшка круглая» (ГЭ. Инв.№ 2520/10); 11 – ободки круглые (ГЭ. Инв.№ 2520/11); 12 – ободки круглые (ГЭ. Инв.№ 2520/12).

Fig. 3. Items from collection 2520 of the State Hermitage Museum. 1 – paired jewelry item in the form of wire bands with bead strings and pendants made of agate beads, decorated with flowers composed of a gold cup with a carnelian core (SHM. Inv. No. 2520/9); 2 – jewelry item in the form of a band with a rosette, bead strings and pendants in the form of turquoise beads, decorated flowers composed of a gold cup with a carnelian core (SHM. Inv. No. 2520/18); 3 – fragments of carnelian and turquoise pendants (SHM. Inv. No. 2520/17); 4 – fragments of a round band (SHM. Inv. No. 2520/16); 5 – ornamented flat rosettes (SHM. Inv. No. 2520/15); 6 – annular bands (SHM. Inv. No. 2520/5); 7 – hemispherical openwork plaques (SHM. Inv. No. 2520/6); 8 – fragments of ‘shield-shaped earrings’ (SHM. Inv. No. 2520/8); 9 – bands (SHM. Inv. No. 2520/13); 10 – ‘round plaque’ (SHM. Inv. No. 2520/10); 11 – round bands (SHM. Inv. No. 2520/11); 12 – round bands (SHM. Inv. No. 2520/12).

украшения с бирюзой (рис. 1: 3), но самих-то ободков, на которые нанизывались подвески, только три (рис. 1: 2а, б, 3), поэтому в инвентаре значится только три таких предмета⁴. Они сильно фрагментированы, центральная розет-

ка сохранилась лишь у одного, большая часть подвесок хранится отдельно. Подвески состоят из агатового шарика, бусин и чашелистиков из золота и бутона из красного сердолика, нанизанных на металлический стержень. В инвен-

таре они названы «серьгами», но, учитывая все вышеупомянутое, а также невозможность использования этих украшений в таком качестве, следует отказаться от термина «серьги» и использовать вместо него термин «украшение», понимая его условность. Сочетание в изделии полосатого агата, сердолика и золота, характерное для украшений из царских погребений Нимруда, позволило отнести украшения из Крымской к близкому культурному и хронологическому горизонту (Рябкова, 2023, с. 52).

Исследование и реставрация парных украшений с полосатыми агатами⁵ (рис. 3: 1) позволили установить, насколько сложной была их конструкция, воссоздать технологию изготовления и облик, однако вопрос о функциональном назначении был оставлен открытым (Буршнева, Осин, Рябкова, 2024, с. 198–203; Чугунова, 2023, с. 57–60).

Для продолжения изучения кроме парных украшений с агатами были задействованы неопубликованные ранее предметы из коллекции, приобретенной в Крымской (рис. 3)⁶. Исследования позволили установить, что практически все вещи являются частями трех составных украшений, и выдвинуть научно обоснованную версию реконструкции этих уникальных произведений древних ювелиров.

Методика исследования

Помимо визуального осмотра для исследования конструкции предметов применялись методы оптической микроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

Оптическая микроскопия осуществлялась с помощью микроскопов Zeiss AXIO Zoom 1,5x/0,37 FWD 30 mm (окуляры 16x/16 Br foc.), Leica M60, и Stemi 508 Zeiss. Для исследования с помощью *сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)* использовался электронно-микроскопический микрозондовый элементный анализ (*РСМА*) выделенных участков *in situ* и предоставленных образцов продуктов коррозии. Для исследования *in situ* зафиксированный на держатель предмет помещался в камеру сканирующего электронного микроскопа EVO-18 (Carl Zeiss); для исследования образцов продуктов коррозии порошковые пробы были зафиксированы на держателях с помощью углеродного проводящего скотча. Микроскоп оснащен спектрометром энергетической дисперсии XFlash 610 Mini. Разрешение спектрометра 127 эВ. Точность измере-

ния составляет 0,01–1%. Элементный анализ проводился при ускоряющем напряжении 20 кэВ при рабочем отрезке 8,5 мм и зондовом токе 1,4 нА, что позволяет минимизировать погрешности при микрозондовом анализе. Глубина зондирования составляет порядка 0,5–1 микрона. Угол отбора характеристического рентгеновского излучения составляет 25 градусов. При измерениях не учитывались углерод и почвенные элементы (Al, Si, Fe, Ca, P и пр.), содержание которых составляло менее 1%. Для определения состава сплава проводились замеры по следующим металлам: Au, Ag, Cu, Sn, Pb, As; для анализа коррозионных образований учитывалось содержание Cl, S, O. По основным элементам построены карты распределения для проб № 2–4 и 7–15 «парных серег». Отдавая предпочтение комплексному подходу в работе, для сравнения состава сплава металлических деталей применяли *рентгенофлуоресцентный анализ (РФА)* поверхности (μ XRF-спектрометр ArtTAX, RÖNTEC, Bruker)⁷ и *сканирующий электронный микроскоп* EVO-MA-25 (Carl Zeiss) с *рентгеноспектральным микроанализатором* Oxford Instruments X-MaxN 80⁸. Этими же методами, наряду с рентгенофазовым анализом (микроdifфрактометр D/max RAPID-II, Rigaku)⁹, исследовались бусины из натуральных камней.

Для исследования органических составляющих комплекса использовался *метод инфракрасной микроспектроскопии (ИК-Фурье)*. Анализ проводили на ИК-Фурье спектрометре инфракрасном с микроскопом Nicolet iN10 (Thermo Fisher Scientific) с использованием режима отражения. Образец помещался на золотую пластину, которая также использовалась в качестве фона, органическую часть от неорганической отделяли с помощью этилового спирта, неорганические объекты разравнивали металлическим валиком. Полученные полупрозрачные образцы анализировали по отдельности, используя падающий инфракрасный луч с апертурой 100×100 мкм. Измерения проводились с помощью детектора ДТГС, спектральный диапазон 400–4000 см⁻¹, разрешение 8 см⁻¹, число сканирований 256. В режиме отражения исследуемых образцов было записано несколько спектров. Качественный анализ сложной органической смеси проводили *методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС)* на квадрупольном

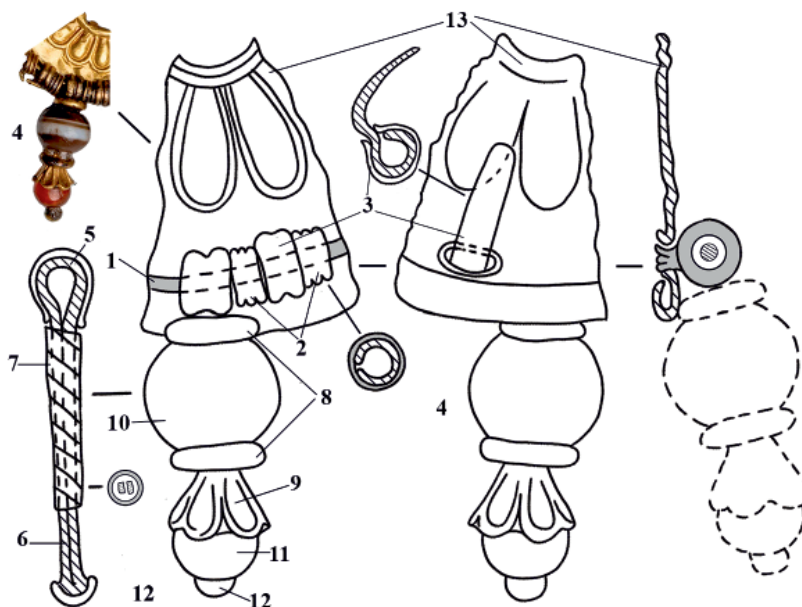


Рис. 4. Конструкция украшения с подвесками из агата и сердолика. Схема. 1 – несущая нить; 2 – трехвитковая пронизь; 3 – обойма; 4 – подвеска; 5 – ушко подвески; 6 – игла подвески; 7 – обмотка иглы; 8 – колечко; 9 – чашелистик; 10 – агатовая бусина; 11 – сердоликовая бусина; 12 – колпачок из золотой фольги; 13 – розетка из золотой фольги.

Fig.4. Structure of a jewelry item with agate and carnelian pendants. Scheme. 1 – carrier thread; 2 – three-turn bead string; 3 – hoop; 4 – pendant; 5 – pendant eye; 6 – pendant needle; 7 – needle winding; 8 – ring; 9 – sepal; 10 – agate bead; 11 – carnelian bead; 12 – gold foil cap; 13 – gold foil rosette.

хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 (Shimadzu)¹⁰.

Украшения с агатами и бирюзой: описание и конструкция

Парные украшения с агатами различаются по размеру, поэтому для удобства исследования и описания были обозначены как «большое» и «малое».

Они поступили на реставрацию в сильно поврежденном состоянии. Коррозионные разрушения произошли с предметами еще в погребенных условиях, а физические разрушения, появившиеся вследствие коррозионного поражения, произошли уже в период хранения. Практически все подвески оказались сломаны и впоследствии приклеены, *in situ* сохранились только три бусины на малом украшении. На месте сломов подвесок – стержень сложной конструкции из разных металлов, обтянутый золотом; аналогичные стержни имеются и внутри обойм. Концы большого украшения были разомкнуты, на крайних обоймах в месте их крепления – следы современного клея. Остатки золотой розетки на ободке деформированы, *in situ* сохранился только один фрагмент на большом украшении, остальные оказались в оброне. Золотой

лист имеет разрывы и небольшие утраты, благодаря чему удалось с помощью микроскопа изучить скрытые участки конструкции. Золото покрыто темной пленкой продуктов коррозии серебра. Помимо пленки на золотых пронизях и обоймах имеются продукты коррозии других металлов: серые игольчатые кристаллы и аморфные образования того же цвета, что и пленка (характерно для хлорида серебра), аморфные порошковые коррозионные образования зеленого цвета (характерны для вторичных соединений меди), плотные кирпично-красные корковые образования (говорят о наличии оксида меди (I), минерала куприта)¹¹. Большинство пронизей прочно спеклись с обоймами и подвесками за счет коррозионных процессов и утратили подвижность.

В ходе обследования установлено, что украшения имеют значительно более сложное строение, чем представлялось ранее. Для удобства исследования и описания их составляющие части были обозначены в соответствии с современной ювелирной и археологической терминологией. Все детали конструкции предметов обозначены на схеме (рис. 4).

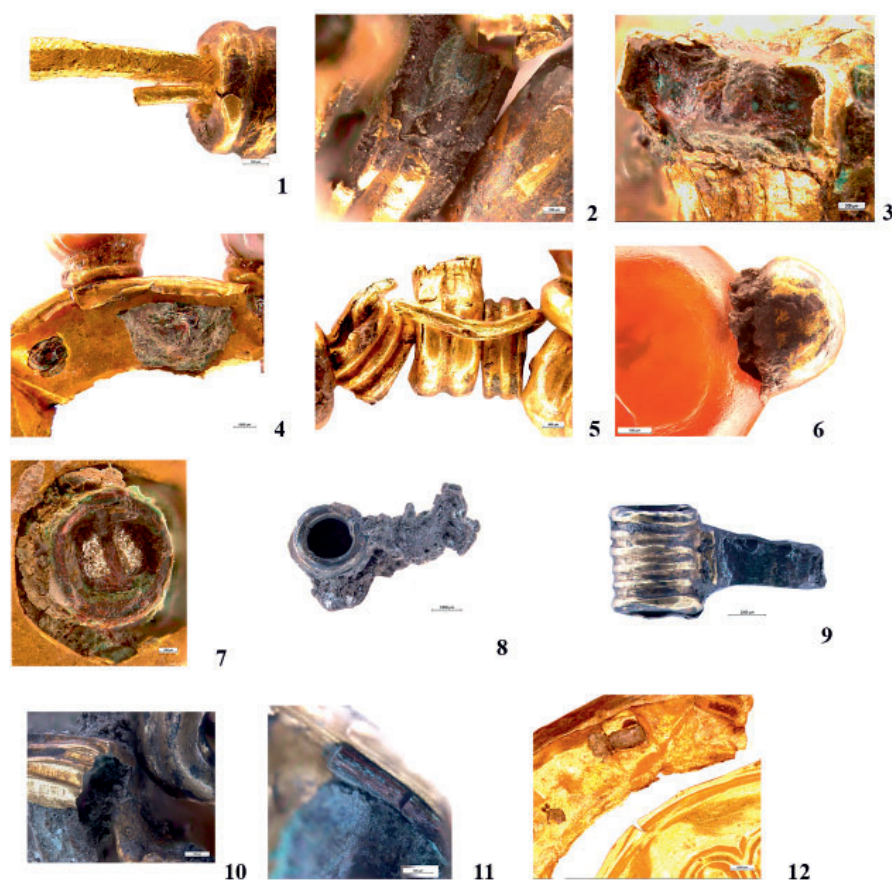


Рис. 5. Макросъемка деталей конструкции украшений с подвесками. 1-4, 6-7, 12 – большое украшение; 5 – малое украшение (Инв. № ГЭ 2520/9); 8-11 – украшение с подвесками из бирюзы (Инв. №. ГЭ, 2520/18). 1 – несущая нить и стержень-вставка; 2 – разрыв золотой фольги на пронизи; 3 – слом стержня обоймы с обтяжкой золотой фольгой; 4 – остатки олова на центральной розетке; 5 – несущая нить малого украшения; 6 – золотой колпачок на расклепанном конце иглы подвески; 7 – слом иглы подвески; 8 – обойма украшения с бирюзой до расчистки; 9 – обойма украшения с бирюзой после расчистки; 10 – рубчатый бортик до расчистки; 11 – расчищенный фрагмент бронзового ободка с внутренней стороны бортика центральной розетки; 12 – разрывы на центральной розетке.

Fig. 5. Macrophotographs of the design features of jewelry with pendants. 1-4, 6-7, 12 – large jewelry item; 5 – small jewelry item (SHM. Inv. No. 2520/9); 8-11 – jewelry item with turquoise pendants (SHM. Inv. No. 2520/18). 1 – carrier thread and rod insert; 2 – gold foil tear on a bead string; 3 – fracture of a hoop rod with gold foil wrapping; 4 – tin residue on the central rosette; 5 – carrier thread of a small jewelry item; 6 – gold cap on the riveted end of a pendant needle; 7 – fracture of a pendant needle; 8 – hoop of a jewelry item with turquoise before cleaning; 9 – hoop of a jewelry item with turquoise after cleaning; 10 – ribbed side before cleaning; 11 – cleared fragment of a bronze band on the inside of the central rosette side; 12 – fractures in the central rosette.

Большое украшение в основе конструкции имеет золотую проволоку (далее – несущая нить) (рис. 4: 1) диаметром примерно 0,3 мм, на которую собраны трехвитковые пронизи, обоймы для крепления к золотой розетке (далее – обоймы) и подвески. Концы несущей нити разомкнуты, с одной стороны разреза виден небольшой кончик несущей нити длиной около 1,5 мм, рядом с ним – фрагмент более толстой золотой проволоки со следами грубого стачивания (далее – стержень-вставка) диаметром около 0,8 мм и длиной около 7 мм (рис. 5: 1). На несущую нить нанизаны

пронизи и подвески по следующей схеме: трехвитковая пронизь (рис. 4: 2) – подвеска (рис. 4: 4) – трехвитковая пронизь (рис. 4: 2) – обойма (рис. 4: 3) – трехвитковая пронизь (рис. 4: 2) – и т. д. Предварительное исследование под микроскопом выявило, что все пронизи и обоймы выполнены из неблагородного металла и обтянуты тонким золотым листом внахлест, края листа заглажены (рис. 5: 2–3). Подвески имеют сложную конструкцию. Игла каждой подвески (рис. 4: 6) выполнена из стержня белого металла прямоугольного сечения, ушко подвески (рис. 4: 5) обтянуто

золотом. Далее концы стержня соединяются для формирования собственно иглы и обматываются проволокой или тонкой лентой из цветного металла, давая в итоге круглое сечение, при этом обмотка иглы не доходит до самого конца (рис. 4: 7). На иглу подвески надеты последовательно: колечко, выполненное из неблагородного металла с обтяжкой из золотого листа (рис. 4: 8); круглая полосчатая бусина из натурального камня (рис. 4: 10); второе колечко, аналогичное первому (рис. 4: 8); чашелистик, выполненный из золотого листа (рис. 4: 9); округлая бусина из натурального камня красновато-оранжевого цвета (рис. 4: 11). Конец иглы расклепан в виде замыкающей полукруглой заклепки, на которую надет колпачок из золотого листа (рис. 4: 12). На несущей нити сохранилось 11 обойм, 10 подвесок (из них шесть держатся на несущей нити целиком, четыре – только ушки с верхними кольцами) и 20 пронизей, одна подвеска и две пронизи находятся в оброне. С помощью обойм вся конструкция на несущей нити крепится к остаткам розетки из золотого листа (рис. 4: 13): острые концы обойм пробивают отогнутый бортик розетки и отгибаются к центру. На парных украшениях эти концы не сохранились, но аналогичная система крепления была прослежена на украшении с бусинами зеленого цвета (ГЭ. Инв. № 2520/18) (рис. 3: 2). У парных украшений розетки выломаны, с края бортики завальцованы. Розетка выполнена в технике штамповки. Вся конструкция имеет лицевую и оборотную стороны. Благодаря наличию завальцовки на розетке подвесные части конструкции могли свободно свисать на лицевую сторону, на оборотную сторону все подвески фиксируются только в горизонтальном положении.

Малое украшение имеет аналогичную конструкцию. В основе лежит золотая несущая нить толщиной примерно 0,2–0,3 мм, концы проволоки закреплены на обоймах (рис. 5: 5). На проволоке сохранилось 10 подвесок, 10 обойм для крепления к розетке и 20 трехвитковых пронизей, изготовленных идентично описанным выше.

Конструкция *третьего украшения с бирюзовыми бусинами* (рис. 3: 2) такая же, как у парных изделий. Имеющиеся небольшие различия хорошо дополняют информацию, полученную в ходе предыдущего исследования. На реставрацию украшение поступило в

сильно поврежденном состоянии. В основе его конструкции тоже скрученная несущая нить из золота диаметром около 0,2 мм (рис. 6), на которую поочередно нанизаны по 10 обойм и подвесок. Обоймы более широкие, чем в парных украшениях, а пронизи отсутствуют вовсе. Благодаря тому, что обоймы сохранились лучше, удалось более четко проследить их конструкцию (рис. 5: 8, 9), которая явилась основой схематической реконструкции.

Обоймы выполнены из прямоугольной в сечении проволоки белого металла, один конец которой загнут в кольцо, а другой – заострен. В районе кольца обойма обтянута золотой фольгой (рис. 5: 9). Через кольцо обоймы продевалась несущая нить (рис. 5: 5, 8). По сути, вся конструкция, состоящая из несущей нити, подвесок, обойм и пронизей, крепилась к золотой розетке за счет обойм, острый конец которых пробивал фольгу розеток насквозь.

Центральная розетка у этого украшения также сохранилась практически полностью. Она выполнена в технике штамповки, край загнут вовнутрь под углом 90 градусов, образуя рубчатый бортик (рис. 5: 10). Стержень обойм крепился в отверстия по ребру между бортиком и центральной частью розетки таким образом, что подвески с камнями могут поворачиваться только к лицевой стороне, в другую сторону не позволяет отогнуться само ребро розетки. Конструкция подвесок в этом случае такая же, как и у парных украшений с агатами, но бусины сделаны из камня голубовато-зеленого цвета, названного бирюзой в инвентарной книге. На конце подвески в чашелистик вставлена маленькая красно-оранжевая каменная бусина. Все концевые бусины сохранились только в оброне¹², там же присутствуют и другие детали подвесок (колечки, обломки игл, ушки игл, голубовато-зеленые бусины). Конец стержней подвесок над концевой бусиной, так же как и на парных украшениях, заклепан и прикрыт золотым колпачком.

При поступлении на реставрацию концы несущей нити этого украшения были разомкнуты, один конец слегка загнут, золотая розетка в центре деформирована, имелись разрывы, часть бортика оказалась утрачена, металл с сильным наклепом (рис. 3: 2). Розетка держалась на четырех обоймах, остальные крепления были сломаны. Из подвесок

с камнем относительно полно (с золотым чашелистиком на конце) сохранилась только одна, на остальных подвесках имелись утраты разной степени – от колечек с бусинами до фрагментов бусин. Центральные стержни обойм и подвесок сильно минерализованы, аморфные продукты коррозии серого цвета скрывали детали конструкции, выступающая поверхность золота. Внутри одного из колечек подвесок обнаружены продукты коррозии меди зеленого цвета. Большинство обойм оказались прочно соединены с подвесками коррозионными образованиями.

Исследование украшений с агатами и бирюзой

Для удобства исследования все подвески и обоймы парных украшений с агатами (ГЭ. Инв. № 2520/9) были пронумерованы от большого

к малому (рис. 3: 1), каждой обойме присвоен номер предыдущей подвески, одна обойма из оброна была обозначена цифрами 10.1. Аналогичным образом пронумерованы подвески третьего украшения (ГЭ. Инв. № 2520/17–18) (рис. 3: 2), обоймам и фрагментам из оброна номера не присваивались. Результаты замеров элементного состава приведены в таблицах 1 и 2. На парных украшениях методом РСМА были исследованы места сломов на шести подвесках в тех местах, где заканчивается ушко иглы и крепится золотое колечко (табл. 1: № 3–8 и 26–31); места сломов на шести обоймах под ушком, в месте крепления к центральной розетке (табл. 1: № 9–14 и 20–25); состав сплава несущих нитей (табл. 1: № 1, 2 и 19), чашелистика (табл. 1: № 18) и колечка (табл. 1: № 17); основа одной пронизи

Таблица 1. Результаты измерений РСМА (вес.норм.%) парных украшений с агатами и украшения с бирюзой (ГЭ. Инв. №№ 2520/9, 2520/17–18).

Table 1. EDX results (wt.%) of paired jewelry items with agates and a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. Nos. 2520/9, 2520/17–18).

№ п/п	Участок замеров	Au %	Ag %	Cu %	Sn %	O %	прочее
Большое украшение с агатами (Инв. № 2520/9)							
1	Несущая нить	94,7±0,1	nd*	5,3±0,1	d.	d.	d.
2	Стержень-вставка	99,9±0,1	nd	0,1±0,1	d.	d.	d.
3	Подвеска 2, стержень иглы	7,6±0,1	91,4±0,1	1,0±0,1	d.	d.	d.
4	Подвеска 2, обмотка иглы	5,2±0,1	20,9±0,1	44,4±0,1	6,3±0,1	15,9±0,1	Cl=4,9±0,1; S=2,4±0,1
5	Подвеска 6, стержень иглы	7,4±0,1	84,6±0,1	7,9±0,1	d.	d.	d.
6	Подвеска 6, обмотка иглы	nd	3,1±0,1	66,9±0,1	6,4±0,1	14,8±0,1	Cl=8,8±0,1
7	Подвеска 9, стержень иглы	9,8±0,1	85,5±0,1	4,7±0,1	d.	d.	d.
8	Подвеска 9, обмотка иглы	nd	1,5±0,1	75,3±0,1	3,9±0,1	16,3±0,1	Cl=3±0,1
9	Обойма 3, центр	nd	71,4±0,1	1,9±0,1	2,9±0,1	12,1±0,1	Cl=5,2±0,1; S=6,5±0,1
10	Обойма 3, край	nd	84,6±0,1	2,9±0,1	1,2±0,1	6,1±0,1	Cl=0,2±0,1; S=4,3±0,1
11	Обойма 2, центр	nd	0,7±0,1	69,7±0,1	7,5±0,1	19,2±0,1	Cl=2,3±0,1; S=0,5±0,1
12	Обойма 2, край	nd	2,7±0,1	6,5±0,1	62,23	26,5±0,1	Cl=0,9±0,1; S=1,2±0,1
13	Обойма 10, центр	nd	13,8±0,1	49,7±0,1	4,6±0,1	21,8±0,1	Cl=5,7±0,1; S=4,3±0,1
14	Обойма 10, край	nd	37,3±0,1	26,0±0,1	0,8±0,1	26,2±0,1	Cl=9,7±0,1; S=0,1±0,1
15	Пронизь, точка 1	11,6±0,1	86,1±0,1	2,3±0,1	d.	d.	d.
16	Пронизь, точка 2	4,8±0,1	50,2±0,1	14,5±0,1	Nd	21,8±0,1	Cl=3,6±0,1; S=5±0,1
17	Подвеска 3, колечко	89,1±6,4	5,2±0,4	4,7±0,5	<d.l.	d.	Cl=0,3±0,1; S=0,4±0,1; Ca=0,3±0,2; Br=0,7±0,2;

18	Подвеска 3, чашелистик.	90,0±0,5	4,5±0,5	4,7±0,8	<d.l.	d.	Cl=0,3±0,2; S=0,5±0,1; Fe~0,1; Br=3,3±1,9
Малое украшение с агатами (Инв.№ 2520/9)							
19	Несущая нить	97,3±0,1	nd	2,7±0,1	d.	d.	d.
20	Обойма 13, центр	nd	32,8±0,1	34,4±0,1	1,1±0,1	11,8±0,1	Cl=0,3±0,1; S=19,6±0,1
21	Обойма 13, край	nd	11,2±0,1	51,8±0,1	5,1±0,1	27,1±0,1	Cl=0,6±0,1; S=4,3±0,1
22	Обойма 17, центр	nd	60,2±0,1	19,7±0,1	2,4±0,1	5,9±0,1	Cl=11,4±0,1; S=0,4±0,1
23	Обойма 17, край	nd	4,9±0,1	56,5±0,1	2,0±0,1	8,8±0,1	Cl=0,3±0,1; S=22,5±0,1
24	Обойма 19, центр	nd	2,0±0,1	85,2±0,1	1,4±0,1	7,7±0,1	Cl=3,3±0,1; S=0,4±0,1
25	Обойма 19, край	nd	40,3±0,1	19,2±0,1	3,6±0,1	26,9±0,1	Cl=1,4±0,1; S=8,6±0,1
26	Подвеска 13, стержень иглы	nd	69,2±0,1	0,8±0,1	d.	10,9±0,1	Cl=19±0,1; S=0,1±0,1
27	Подвеска 13, обмотка иглы	nd	20,8±0,1	25,2±0,1	15,7±0,1	28,5±0,1	Cl=8,3±0,1; S=1,5±0,1
28	Подвеска 16, стержень иглы	5,6±0,1	52,0±0,1	11,1±0,1	d.	15,8±0,1	Cl=15,5±0,1; S=0,1±0,1
29	Подвеска 16, обмотка иглы	nd	0,8±0,1	76,9±0,1	3,9±0,1	15,9±0,1	Cl=2,3±0,1; S=0,4±0,1
30	Подвеска 20, стержень иглы	7,3±0,1	63,0±0,1	2,9±0,1	d.	7,6±0,1	Cl=19,2±0,1
31	Подвеска 20, обмотка иглы	nd	1,2±0,1	76,6±0,1	0,9±0,1	14,3±0,1	Cl=7±0,1; S=0,1±0,1
32	Основа золотого колечка подвесок	nd	nd	83,3±0,1	3,2±0,1	12,2±0,1	Cl=0,4±0,1; As~0,94
33	Подвеска 5, колечко	90,9±1,1	4,3±0,4	4,8±1,0	<d.l.	d.	Cl<0,1 S, Br-tr.
34	Подвеска 5, чашелистик	90,7±2,1	4,4±1,2	4,9±1,8	<d.l.	d.	Cl=0,2±0,1; S, Br - tr.
35	Подвеска 5, верхний колпачок из золотой фольги	79,9±4,3	13,1±3,9	3,9±0,6	<d.l.	d.	S=1,1±0,3 Br~0,5±0,1
36	Подвеска 5, коррозионные выступы на верхнем колпачке из золотого листа	0,2±0,1	74,3±4,7	1,0±0,9	<d.l.	d.	Cl=9,3±2,2; Br=12,8±1,9; Ca-tr.
37	Подвеска 5, стержень иглы.	0,4±0,2	75,1±9,4	1,6±1,4	<d.l.	d.	Cl=12,9±2,6; S=0,5±0,4; Br=5,2±5,1; As-tr.
Украшение с бирюзой (Инв.№ 2520/19)							
38	Подвеска 1, ушко / обкладка петли золотым листом.	89,1±0,1	3,0±0,1	7,1±0,1	<d.l.	d.	Si, Ca – tr.
39	Подвеска 1, обмотка иглы, коррозия	25,9±0,1	1,2±0,1	66,0±0,1	0,2±0,1	d.	Cl=0,3±0,1; S=5,1±0,1; Fe, As, Br-tr.
40	Подвеска 2, ушко / обкладка петли золотым листом.	82,2±7,3	9,3±4,4	3,9±0,4	0,6±0,5	d.	Cl=1,2±1,1; S=0,6±0,5; Fe=0,3±0,2; Ca – tr.

41	Подвеска 2, стержень иглы, коррозия	0,4±0,3	65,5±19,2	10,5±10,4	<d.l.	d.	Cl=10,8±9,8; S=7,5±7,4; Pb=0,8±0,5; Ca, Br, Fe – tr.
42	Подвеска 2, обмотка иглы, коррозия	<d.l.	4,5±3,6	63,7±17,5	8,8±7,7	d.	As=3,2±3,1; Cl=2,7±0,3; S=10,8±7,4; Ca, Al, Si, Br – tr.
43	Подвеска 3, выступ коррозии стержня иглы	<d.l.	70,5±0,1	0,7±0,1	<d.l.	d.	Cl=12,3±0,1; S=0,4±0,1 Br=11,0±0,1; Si, Na, Ca, Fe – tr
44	Подвеска 9, стержень иглы	nd	69,3±0,1	30,7±0,1	d.	d.	d.
45	Подвеска 9, обмотка иглы	nd	nd	52,3±0,1	0,8±0,1	30,5±0,1	As=8,3±2,0; Cl=0,5±0,1; S=0,8±7,1;

*nd – не обнаружен; <d.l. – ниже предела обнаружения прибора; tr. – следы; d. – данные обсчета получены в режиме деконволюции

*nd – not detected; <d.l. – detected limited; tr. – traces; d. – the calculation data was obtained in deconvolution mode

по месту отставания золота (табл. 1: № 9, 10) и состав сплава основы золотых колечек (табл. 1: № 30). Методом РФЛА исследовались стержень-вставка и центральная розетка большого украшения (табл. 2: № 1–2), детали подвесок 3, 7 и 10 (табл. 2: № 3–13), две обоймы и одна пронизь (табл. 2: № 14–16). На третьем укра-

шении методом РСМА исследовались четыре подвески (табл. 1: № 38–45), методом РФЛА – две подвески (табл. 2: № 20, 21, 32, 33), одна обойма (табл. 2: № 34), центральная розетка (табл. 2: № 31), золотые колечки и чашелистики из оброна (табл. 2: № 22–27, 29, 30) и стержень иглы из оброна (табл. 2: 28).

Таблица 2. Результаты измерений РФЛА (вес.норм.%), парных украшений с агатами и украшения с бирюзой (ГЭ. Инв. №№ 2520/9, 2520/17-18).

Table 2. XRF results (wt.%) of paired jewelry items with agates and a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. Nos. 2520/9, 2520/17-18).

№ п/п	Участок замеров	Au	Ag	Cu	Sn	Pb	Fe	Проч.
Большое украшение с агатами (Инв.№ 2520/9)								
1	Стержень-вставка	97,8-98,2	0,8-1,0	0,8-1,4	<d.l.	<d.l.	tr.	-
2	Центральная розетка	91,9-93,0	3,8-4,9	3,2-3,4	<d.l.	<d.l.	tr.	-
Подвеска 3								
3	Ушко / обкладка петли золотым листом	88,3	4,6	7,1	<d.l.	<d.l.	tr.	-
4	Стержень иглы	0,4-0,9	89,6-94,5	5,1-9,5	<d.l.	<d.l.	tr.	Br ++, As+
5	Чашелистик	91,5-93,6	2,9-4,1	3,5-4,4	<d.l.	<d.l.	tr.	-
6	Колечко	91,4-93,6	2,8-4,0	3,6-4,6	<d.l.	<d.l.	tr.	-
7	Колпачок из золотого листа	93,1-94,9	2,6-3,7	2,5-3,2	<d.l.	<d.l.	tr.	-
Подвеска 7								
8	Стержень игл	0,2	99,3	0,5	<d.l.	<d.l.	tr.	-
9	Колечко	92,6	3,5	4,0	<d.l.	<d.l.	tr.	-
10	Чашелистик	91,6	3,9	4,5	<d.l.	<d.l.	tr.	-
Подвеска 10								
11	Стержень иглы	0,4-0,6	99,1-99,4	0,3-0,6	<d.l.	<d.l.	tr.	Br ++, As+
12	Чашелистик	85,6-92,0	3,3-8,4	4,7-6,1	<d.l.	<d.l.	tr.	-
13	Колечко	92,4-94,3	2,5-3,6	3,2-4,0	<d.l.	<d.l.	tr.	-

14	Обойма 1. Центр*	0,1	1,7	88,8	5,5	3,6	0,4	-
15	Обойма 2. Центр*	0,6	0,7	43,6	51,3	4,0	0,4	-
16	Пронизь 6*	0,7	60,3	3,6	34,0	1,9	0,3	-
Малое украшение с агатами (Инв.№ 2520/9) Подвеска 12								
17	Стержень иглы	0,6-0,9	98,8-99,1	0,3	<d.l.	?	tr.	Br ++, As-сл.
18	Чашелистик	91,5-93,6	2,8-4,0	3,6-4,5	<d.l.	<d.l.	tr.	-
19	Колечко	91,5-93,6	3,7-4,0	3,8-4,9	<d.l.	<d.l.	tr.	-
Оброн украшения с бирюзой (Инв.№ 2520/17)								
<i>Подвеска 5¹</i>								
20	Колечко	92,0	4,0	4,1	<d.l.	<d.l.	tr.	-
21	Чашелистик	92,3	3,7	4,1	<d.l.	<d.l.	tr.	-
22	Фр-т подвески Колечко	91,8	3,9	4,4	<d.l.	<d.l.	tr.	
23	Фр-т подвески Колечко	91,6	4,5	4,0	<d.l.	<d.l.	tr.	
24	Фр-т подвески Колечко	92,8	3,7	3,5	<d.l.	<d.l.	tr.	
25	Фр-т подвески Колечко	91,4	4,2	4,4	<d.l.	<d.l.	tr.	
<i>Подвеска без бусин</i>								
26	Колечко	92,3	3,8	3,9	<d.l.	<d.l.	tr.	
27	Чашелистик	92,2	3,8	4,0	<d.l.	<d.l.	tr.	
28	Стержень иглы Коррозия*	0,1	43,7	56,1	<d.l.	<d.l.	tr.	Br ^{сл.} , Cl ^{сл.}
<i>Фрагмент подвески. без бусин</i>								
29	Колечко	87,9	3,9	8,2	<d.l.	<d.l.	tr.	
30	Чашелистик	90,1	4,5	5,5	<d.l.	<d.l.	tr.	
Украшение с бирюзой (Инв.№ 2520/18)								
31	Центральная розетка	~91,3	4,6-4,9	3,8-4,1	<d.l.	<d.l.	tr.	
<i>Подвеска 9</i>								
32	Чашелистик	92,5	3,7	3,9	<d.l.	<d.l.	tr.	
33	Колечко	91,4	3,4	5,2	<d.l.	<d.l.	tr.	
<i>Обойма между подвесками 8 и 9</i>								
34	Стержень-основа. Центр.	4,4	94,5	1,0	<d.l.	<d.l.	tr.	Br +

*- анализ по корродированной поверхности; <d.l. – ниже предела обнаружения прибора; tr. – следы

*- corroded surface analysis; <d.l. – detected limited; tr. – traces

¹ Номер подвеске 5 присвоен после реставрации

Результаты и интерпретация анализов металлических деталей украшений с агатами и бирюзой

Парные украшения с агатами (ГЭ. Инв. № 2520/9)

Анализ элементного состава несущих нитей парных украшений (табл. 1: № 1, 2, 19; рис. 5: 1, 5) показал, что они выполнены из высокопробного золота (94–97%) с небольшим добавлением меди (2,7–5,3%). В отличие от несущих нитей, стержень-вставка (рис. 5: 1) выполнен из золота очень высокой чистоты (99,9%). Измерения показали, что стержень по длине подходит для крепления дополнительной одиннадцатой подвески с полосчатой бусиной, обоймы и двух пронизей, которые имеются в оброне.

Благодаря тому, что на золотом листе имеются разрывы, удалось измерить элемент-

ный состав основы одной из пронизей большого украшения (табл. 1: № 15, 16; рис. 5: 2). Для определения элементного состава был выбран участок пронизи, где поврежденная обмотка из золотого листа отошла от основы, небольшой участок которой стал доступен для замеров, проведенных по двум точкам. Установлено, что основа пронизи изготовлена из серебра (50–86%) с добавлением меди (2,3–14,5%), отмечено значительное присутствие золота (4,8–11,6%). Так как измерения проводились с поверхности окисленного металла, где присутствуют продукты коррозии серебра и меди, то говорить о более точном соотношении компонентов сплава не представляется возможным. Можно предположить, что пронизь выполнена из серебряного сплава, в состав которого входят медь и золото. Микроскопическое обследование позволило устано-



Рис. 6. Скрученная несущая нить украшения с бирюзовыми бусинами.

Съемка в обратно-рассеянных электронах.

Fig.6. Twisted carrier thread of a jewelry item with turquoise beads. SEM-BSE image.

вить, что основа пронизи сделана из профилированного стержня, согнутого в кольцо, в результате чего возник эффект трехвитковой скрутки, после чего обтянута золотым листом (рис. 4: 2).

Аналогичным образом были изготовлены и обоймы. Исследование с помощью оптической микроскопии показало, что основа их изготовлена из металлического стержня прямоугольного сечения, верхняя часть которого профилирована – из верхней профилированной части стержня выгнуто ушко, которое потом обтянули золотым листом, а нижняя часть служила клепочным соединением к золотой розетке (рис. 4: 3). Все нижние части стержней оказались отломаны и не сохранились, так как металл-основа в погребенных условиях оказался полностью минерализованным (рис. 5: 3). Судя по тому, что замещение металла в процессе минерализации пошло за счет образования оксида меди (I), куприта – характерного минерала кирпично-красного цвета, можно утверждать, что основой сплава в данном случае послужила медь. Эти наблюдения были подтверждены данными сканирующей электронной микроскопии (табл. 1: № 10–14 и 20–25). Были проведены измерения шести участков сломов обойм, на каждом сломе измерения проводились по двум точкам – в центре слома и по краю стержней на границе с золотым листом. На исследованных участках было сделано картирование элементов (рис. 7).

Во всех обоймах отмечено присутствие трех металлов – медь, серебро и олово, но соотношение всех трех компонентов сильно колеблется даже в пределах одной обоймы. Анализ соотношения указанных металлов по

точкам замеров не показал какой-либо закономерности – в любой точке независимо от номера пробы может быть или повышенное содержание меди, или повышенное содержание серебра, или содержание этих металлов может быть пропорциональным (табл. 3). Приведенные данные позволяют сделать вывод, что основы для обойм были изготовлены, возможно, из многокомпонентного сплава на основе меди, серебра и олова¹³. Существенные колебания соотношения компонентов по разным точкам измерений, вероятно, объясняются тем, что замеры проводились на полностью минерализованных участках, где чистого металла уже не осталось, и анализировались только продукты коррозии.

Таблица 3. Соотношение компонентов сплавов металла-основы обойм парных украшений (ГЭ. Инв. № 2520/9).

Table 3. The ratio of base metal alloy components of the hoops of paired jewelry items (SHM. Inv. No. 2520/9).

Участок замеров	Ag > Cu	Ag < Cu	Ag = Cu	Sn ↑
Обойма 13, центр			+	
Обойма 13, край		+		
Обойма 17, центр	+			
Обойма 17, край		+		
Обойма 19, центр		+		
Обойма 19, край	+			
Обойма 3, центр	+			
Обойма 3, край	+			
Обойма 2, центр		+		
Обойма 2, край				+
Обойма 10, центр		+		
Обойма 10, край			+	

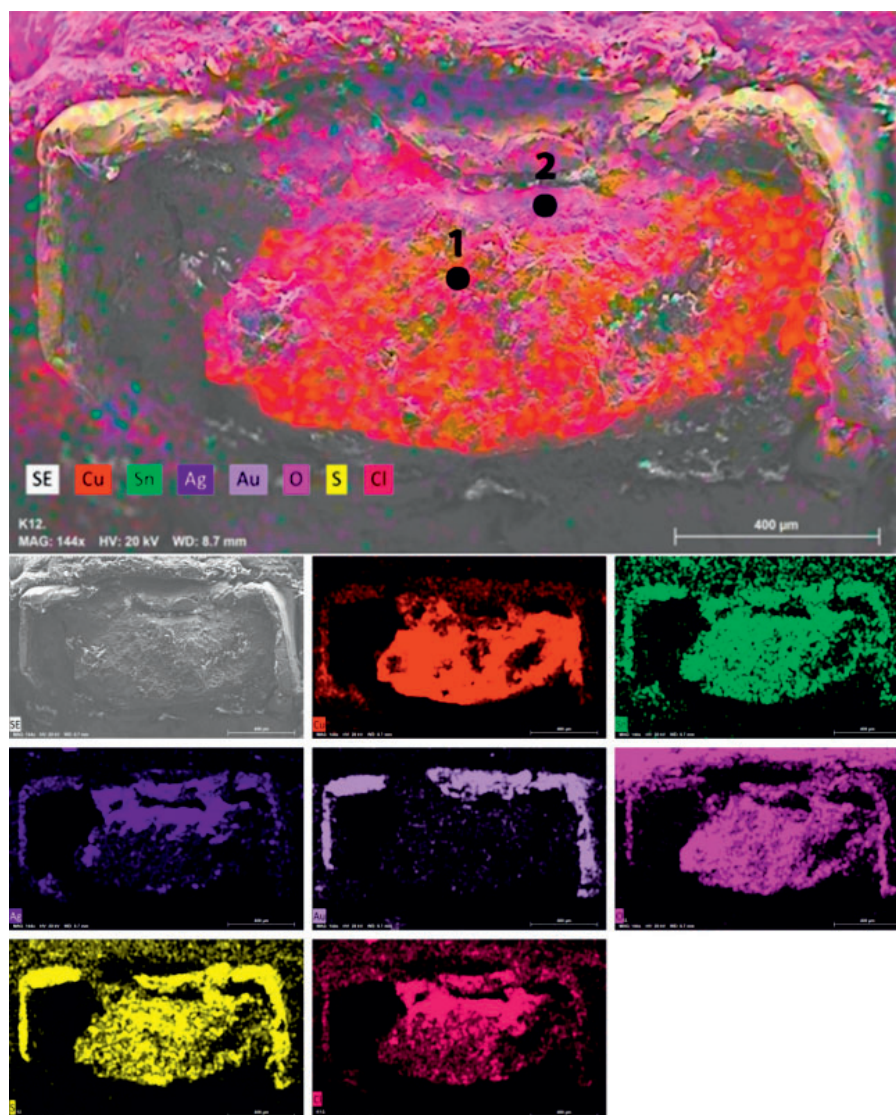


Рис. 7. Карта распределения основных элементов на выделенном участке слома обоймы 10 большого украшения (ГЭ. Инв. № 2520/9): 1 – центр, 2 – край.

Fig. 7. Distribution map of the main elements in the selected fracture cross-sections of hoop 10 of a large jewelry item (SHM. Inv. No. 2520/9): 1 – center, 2 – edge.

Из общей картины выбиваются результаты измерений по краю на обойме 2 (табл. 3). На этой обойме с оборотной стороны сохранился массив коррозионных образований бледно-зеленого цвета, который в процессе реставрации был расчищен как фрагмент пластины, возможно плоского ободка (рис. 5: 4). Анализ аморфных коррозионных образований серовато-зеленого цвета показал очень высокое содержание олова (более 60%) при очень низком содержании меди и серебра.

Подвески с полосчатыми и красно-оранжевыми бусинами (рис. 4: 4) имеют более сложную конструкцию. Так же, как и основа обойм, иглы подвесок изготовлены из прямоугольного в сечении профилированного стерж-

ня, только профиль в виде двух валиков был сделан в средней части. Профилированный стержень сгибали пополам, чтобы сформировать ушко иглы. Соединенные концы иглы обматывались тонкой лентой или проволокой, после чего последовательно надевались золотые колечки, бусины и чашелистик. Самый кончик иглы расклепывался, и на него надевался колпачок из золотого листа (рис. 4: 12; 5: 6). Исследование под микроскопом показало, что иглы подвесок изготовлены из белого металла, а обмотка выполнена из медного сплава. На старых сломах белый металл покрыт серо-черной окисной пленкой или частично минерализован, на относительно свежих сломах видно металлическое ядро.

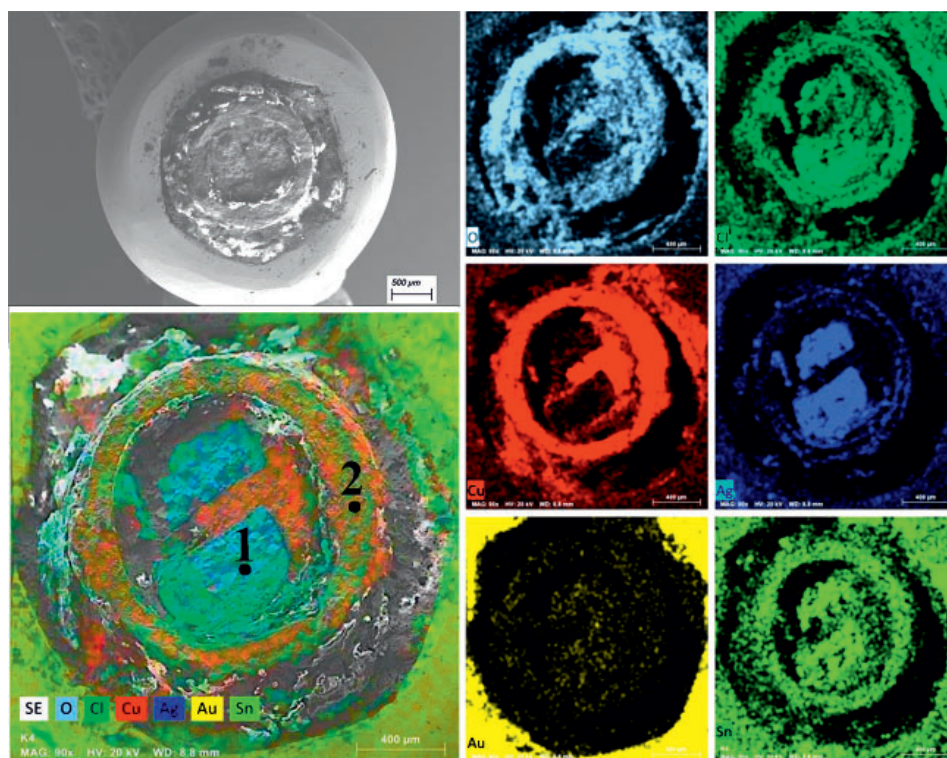


Рис. 8. Карта распределения основных элементов на выделенном участке по слому подвески 9 большого украшения (ГЭ. Инв. № 2520/9): 1 – стержень иглы; 2 – обмотка иглы.

Fig. 8. Distribution map of the main elements in the selected fracture cross-section of pendant 9 of a large jewelry item (SHM. Inv. No. 2520/9): 1 – needle rod; 2 – needle winding.

Обмотка из медного сплава полностью минерализована, замещение произошло путем формирования куприта. На микрофотографии каждого слома четко выделяются два прямоугольника белого металла центрального стержня и кирпично-красная обмотка (рис. 5: 7). С помощью сканирующей электронной микроскопии были проведены измерения шести участков сломов подвесок, на каждом слома измерения проводились по двум точкам – центрального стержня (рис. 8: 1) и обмотки иглы (рис. 8: 2).

Замеры элементного состава центрального стержня подвески 9 методом РСМА проводились без расчистки поверхности от продуктов коррозии, на обмотке, по сути, определяли основной элементный состав коррозионных образований. Результаты измерений приведены в таблице 1 (табл. 1: № 3–8 и 26–31). Согласно полученным результатам РСМА, все центральные стержни игл изготовлены из серебра с примесью меди (1–7%) и золота (5–7%). Этим данным не противоречат результаты измерений РФЛА (табл. 2: подвески № 3, 7, 10, 12). Отметим, что процент золота, определенный в серебряных стержнях методом

РФЛА, ниже, а именно в диапазоне 0,2–0,9%; меди – в одном из четырех случаев столько же, сколько и при измерениях РСМА (~9,5%), в остальных замерах ее содержание составляет 0,3–0,6%. Количественные расхождения в результатах методов можно объяснить различием в глубине и площади анализов. Из общей картины выбиваются данные по подвеске 13, где золота в составе центрального стержня не обнаружено. Обмотка игл выполнена из бронзы, содержание олова в пробах колеблется от 1 до 15%, однако по причине полного замещения металла продуктами коррозии эти данные не могут учитываться при количественной оценке состава сплава. Также в РСМА анализе обмотки игл присутствует некоторое количество серебра (от 1 до 20%). Учитывая, что замеры состава проводились по сломанной поверхности прокорродировавшего металла, попадание продуктов коррозии серебра на поверхность бронзовой обмотки более чем вероятно, целенаправленное легирование бронзы серебром маловероятно. В обмотке иглы подвески 2 обнаружено некоторое количество золота, однако, учитывая, что измерения проводились близко к золото-

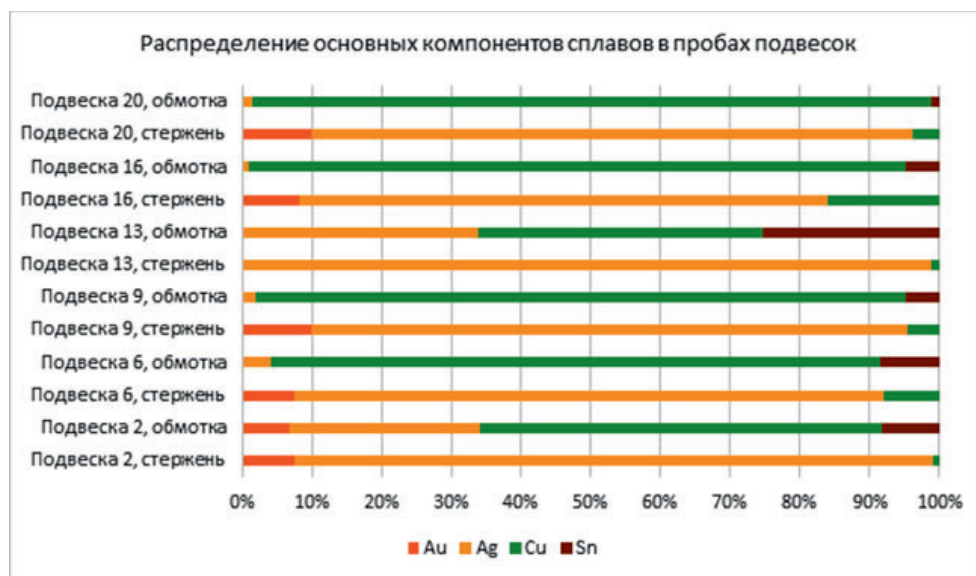


Рис.9. Диаграмма распределения основных элементов сплавов игл подвесок парных украшений (ГЭ. Инв. № 2520/9) по данным РСМА.

Fig.9. Distribution diagram of the main elements in the alloys of the pendant needles of paired jewelry items (SHM. Inv. No. 2520/9) based on EDX results.

му листу и на микрофотографии измеряемого участка следов золота не обнаружено, мы склонны расценивать этот единичный случай как погрешность. Диаграмма распределения основных элементов, из которых состоят сплавы центральных стержней и обмотки игл подвесок, наглядно демонстрирует, что центральные стержни выполнены из серебра с медью и золотом в качестве легирующих добавок, а обмотка игл была изготовлена из многокомпонентного сплава на основе меди с примесью олова и серебра (рис. 9).

Золотые колечки и чашелистики, которые надевались на иглу подвески вместе с бусинами, изготовлены из листового золота. В качестве основы для золотых колечек использовалась, согласно измерениям РСМА, бронза (табл. 1: № 32), которая полностью прородировала, поэтому полученные данные можно использовать только для оценки качественного состава сплава. Сами же пластины листового золота на всех деталях (центральная розетка, обкладка ушка, колечки и чашелистики), по данным РФЛА, имеют состав сплава, формально изменяющийся в диапазоне: золото = 85,6–95%, серебро = 2,5–8,4%, медь = 2,5–7,1% (табл. 2: № 1–16). Усредненный состав листового золота (без учета двух крайних значений)¹⁴ получается близким для всех деталей подвесок: золото ~92,4%, серебро ~3,6%, меди ~4,0%.

Украшение с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520/17–18)

Исследование состава сплава (РФЛА и РСМА) листового золота, из которого выполнены детали украшения (ГЭ. Инв. № 2520-18) и оброна (ГЭ. Инв. № 2520-17) (центральная розетка, колечки и чашелистики), продемонстрировало схожий химический состав металла: золото высокой пробы с содержанием меди 3,5–5,5% и серебра 3,7–4,9%. Из общей картины выбиваются только два анализа: колечко № 6 (РФЛА, табл. 2: № 29), где медь составляет 8,2%, и верхний колпачок подвески 5 с содержанием серебра (РСМА) 13,1% (табл. 1: № 35). Возможно, что на результате измерений сказались коррозионные образования, присутствующие на поверхности золота.

Результаты сканирующей электронной микроскопии подтвердили предположение, что конструкции подвесок украшения с бирюзой и парных украшений с агатами полностью аналогичны (рис. 10).

Согласно полученным данным (РСМА и РФЛА), иглы¹⁵ подвесок белого металла являются сплавом серебра и меди. Установить точный количественный состав сплава игл не представляется возможным из-за сильной коррозии металлов¹⁶. Например, игла подвески 9 (точка 1 на рис. 10) имеет серебра около 70% и меди около 30%, при этом сильный непомеченный пик на спектре (рис. 10а)

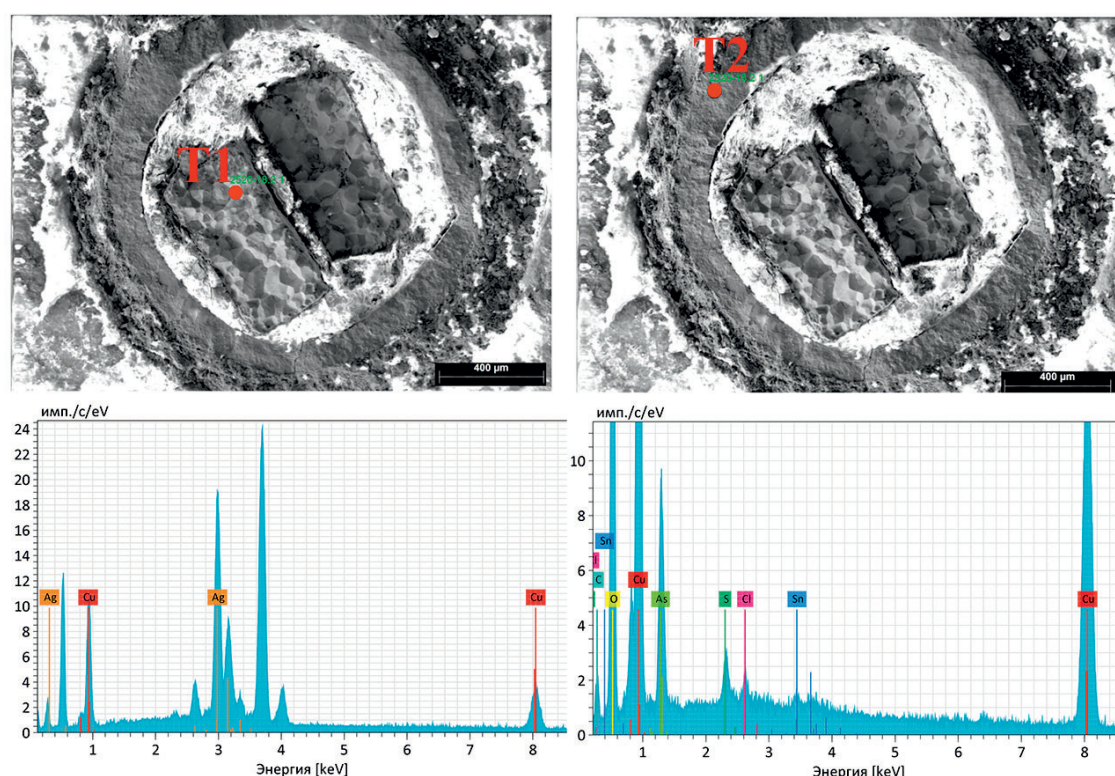


Рис. 10. Результаты микрозондового элементного анализа выделенных точек на сломе подвески 9 украшения с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520/18): 1 – стержень иглы; 2 – обмотка иглы; а – спектр в точке 1; б – спектр в точке 2.
Fig. 10. Microprobe element analysis results of selected points on the fracture of pendant 9 of a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. No. 2520/18): 1 – needle rod; 2 – needle winding; а – spectrum at point 1; б – spectrum at point 2.

принадлежит кальцию, который не может присутствовать в составе сплава, и его наличие свидетельствует о недостаточно чистой пробе. Отметим, что повторные анализы серебряного стержня иглы на подвеске 5 также фиксируют не только кальций, но и такие продукты коррозии, как бромиды и хлориды серебра (табл. 1: № 33–37; табл. 2: № 28, 34). В целом по результатам измерений двумя методами (РСМА и РФЛА) четырех подвесок содержание серебра в стержнях иглы подвесок изменяется в диапазоне 94,5–43,7%, а меди 1–30%.

Состав обмотки вокруг серебряной иглы измерялся на примере двух подвесок. Было установлено, что обмотки изготовлены из бронзы. Из-за полной минерализации металла установить точный состав сплава не представляется возможным. Так, для подвески 9 (рис. 10, точка 2) определена мышьяковистая бронза с незначительным добавлением олова (As ~8%, Sn < 1%, табл. 1: № 44). Для обмотки подвески 2 определена оловянная бронза практически без содержания мышьяка (Sn

~8%, As – следовые значения, табл. 1: № 41). Предположительно, обмотка подвесок украшения с бирюзой изготовлена из *многокомпонентной бронзы*. Минерализация бронзы произошла за счет образования оксида меди, что подтверждается совпадением кислорода и меди на картах распределения¹⁷. Данные наблюдения хорошо иллюстрируются изображением в отраженных электронах, полученном с места слома подвесок 1 и 2, как раз по границе обкладки золотым листом (рис. 11). На фотографии отчетливо прослеживаются прокорродировавший серебряный стержень иглы подвесок и бронзовая обмотка на нем.

После удаления коррозионных наростов с оборотной стороны центральной розетки, вдоль ребристого бортика обнаружился фрагмент тонкого ободка, выполненного из медного сплава (рис. 5: 11). Результаты измерений отобранной пробы на сканирующем электронном микроскопе показали, что фрагмент представляет собой бронзу с содержанием олова более 9%, в анализе присутствует и некоторое количество серебра (менее 2%) (рис. 12).



Рис. 11. Микрофотографии слома подвесок 1 и 2 украшения с бирюзой (ГЭ. Инв.№ 2520/18) по краю золотого листа обтяжки. Изображение в обратно-рассеянных электронах до реставрации.

Fig. 11. Microphotographs of the fractures of pendants 1 and 2 of a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. No. 2520/18) along the edge of the gold wrapping foil. BSE image before restoration.

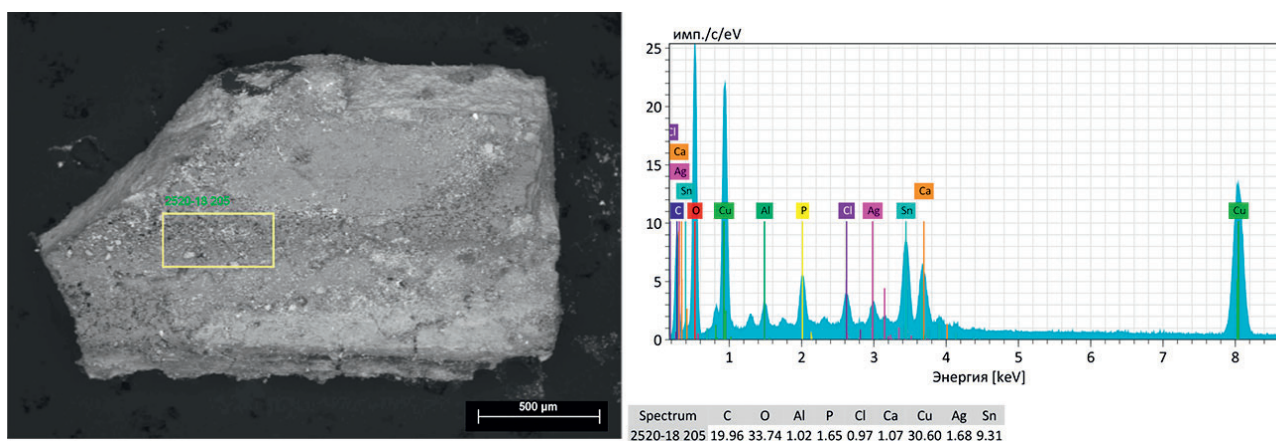


Рис. 12. Результаты измерений микрозондового элементного анализа по выделенному участку основных элементов пробы бронзового ободка с внутренней стороны рубчатого бортика золотой розетки украшения с бирюзой (ГЭ. Инв.№ 2520/18).

Fig. 12. Microprobe element analysis results of the selected section of the main elements of a bronze band sample on the inside of the ribbed side of the gold rosette of the a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. No. 2520/18).

Значительное совпадение кислорода с медью и оловом на картах распределения¹⁸ подтверждает полученные при оптической микроскопии данные о полной минерализации металла, вследствие чего определить точный количественный состав сплава затруднительно. Вероятно, этот бронзовый ободок служил для усиления бортика центральной золотой розетки и выполнял роль своеобразной прокладки, не допускающей разрывов на золоте.

Результаты и интерпретация анализов бусин

Парные украшения с агатами (ГЭ. Инв. № 2520/9)

Для уточнения минералов, из которых изготовлены большие полосатые и маленькие красно-оранжевые бусины, были исследова-

ны три подвески парных украшений, находящихся в оброне. Все шесть бусин (по две на каждой подвеске) были исследованы методом рентгенофлуоресцентного анализа, четыре бусины (подвеска 3 большого украшения и подвеска 12 малого) – методом рентгенофазового анализа (рис. 13), и две бусины (подвеска 3 большого украшения с агатами) – методом рентгеноспектрального микроанализа (табл. 4). Изученные бусины, как полосатые, так и красно-оранжевые, по своему химическому и фазовому составу являются натуральными камнями и относятся к минералу кварц (SiO_2 , рис. 13: а, б; табл. 4), а именно к одной из полупрозрачных разновидностей кварца – халцедону. В свою очередь, в зависимости от окраса, полосчатый халцедон называют *агатом*, а красно-оранжевый – *сердоликом*. Изучение

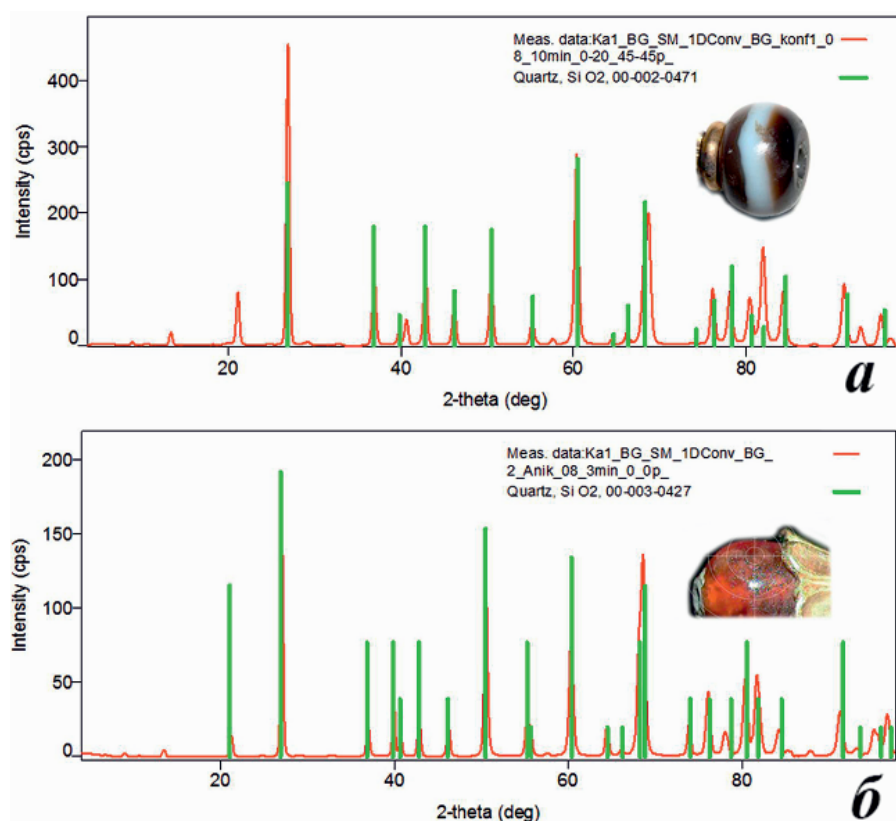


Рис. 13. Дифрактограммы бусин парных украшений (ГЭ. Инв. № 2520/9): а – полосчатая бусина с подвески 3 большого украшения, полосчатый агат; б – красно-оранжевая бусина с подвески 12 малого украшения, сердолик.

Fig. 13. XRD patterns of beads from paired jewelry items (SHM. Inv. No. 2520/9): а – striped bead from pendant 3 of a large jewelry item, banded agate; б – red-orange bead from pendant 12 of a small jewelry item, carnelian.

Таблица 4. Химический состав бусин оброна парных украшений с агатами (ГЭ. Инв. № 2520-09) и украшения с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520-18, оброн Инв. № 2520-17), вес.% оксида.

Table 4. The chemical composition of beads from the embossed section of paired jewelry items with agates (SHM. Inv. No. 2520-09) and a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. No. 2520-18, embossed section SHM. Inv. No. 2520-17), wt.% of oxide.

Бусина цвет	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	FeO	CuO	ZnO	прочее
ГЭ. Инв. № 2520/9 Подвеска 3											
Полосатая	0,2±0,1	0,3±0,1	98,1±0,2	~0,1	nd	nd	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	nd	
Красная	0,3±0,1	2,2±2,1	96,3±1,9	0,2±0,1	nd	<0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	nd	-
ГЭ. Инв. №2520/17 Подвеска 5											
Красная	<0,1	~0,1	99,0±0,1	<0,1	nd	nd	~0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	nd	-
Голубая	tr	18,3±0,3	67,3±1,3	13,5±0,4	nd	nd	nd	tr	tr	tr	Sr-tr.
ГЭ. Инв. №2520/17 Подвеска 1											
Голубая	1,1±0,3	21,3±2,0	63,1±2,3	13,3±0,6	nd	tr	tr	tr	nd	nd	Cl – tr.
ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 3											
Голубая	0,8±0,1	17,5±0,1	64,4±0,1	14,7±0,1	nd	tr	nd	tr	tr	nd	Cl, Ag – tr.
ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 4											
Голубая	0,7±0,1	18,1±0,1	63,7±0,1	13,6±0,1	nd	tr	tr	tr	tr	tr	Mg, Zn – tr.

ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 6											
Голубая	2,0±1,2	17,8±2,8	61,2±6,0	10,0±1,3	nd	tr	tr	tr	tr	nd	Mg, Cl, Ag, Sn – tr.
ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 7											
Голубая	nd	43,9±0,8	0,8±0,7	nd	43,3±0,5	0,5±0,3	0,9±0,1	3,1±0,2	4,8±0,1	2,5±0,1	Sn-tr.
ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 8											
Голубая	nd	41,7±1,0	1,4±0,2	0,2±0,1	41,4±0,6	1,1±0,1	1,3±0,1	3,1±0,3	5,1±1,0	2,6±0,3	Sr~2%, Cl, Ag- tr.
ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 9											
Голубая	nd	39,2±0,1	1,3±0,1	nd	39,5±0,1	1,6±0,1	1,2±0,1	3,1±0,1	9,9±0,1	2,0±0,1	Cl, Ag, Au – tr.
ГЭ. Инв. №2520/18 Подвеска 10											
Голубая	1,0±0,9	18,1±1,4	65,9±0,7	14,7±1,6	nd	nd	tr	tr	tr	tr	-

nd – не зарегистрирован; tr. – следы.

nd – not detected; tr. – traces.

под оптическим микроскопом (ОМ) показывает, что все бусины подвесок парных украшений идентичны. Таким образом, опираясь на результат ОМ, РФЛА, РСМА, РФАЗА, можно утверждать, что все бусины украшений (ГЭ. Инв. № 2520-9) выполнены из *полосчатого агата* и красно-оранжевого *сердолика*.

Украшение с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520/17–18)

Для определения состава зеленовато-голубых бусин было проведено комплексное исследование химического и фазового составов материала. Были проанализированы бусины с украшения и из оброна.

Химический состав определялся двумя методами – РФЛА и РСМА. Результаты РСМА девяти зеленовато-голубых бусин и одной красно-оранжевой (ГЭ, Инв. №2520/17–18) приведены в табл. 4. Стало очевидно, что мало-заметное отличие в оттенке цвета зеленовато-голубых бусин объясняется различным химическим составом камней: шесть относятся к классу силикатов и три – к фосфатам. Важно отметить, что на РФЛА спектрах (рис. 16) бусин-силикатов (рис. 3: 2) подвески № 3, 4, 6, 10 присутствует интенсивный пик рубидия, в то время как в анализе РСМА тех же бусин (рис. 17) он полностью отсутствует. Видимое противоречие было снято чуть позже, после применения рентгенофазового анализа. Для него были отобраны две бусины, относящиеся к обоим классам (силикатам и фосфатам). По результатам рентгенофазового анализа бусины класса фосфата с подвески № 8 (ГЭ.

Инв. № 2520/18) (рис. 3: 2) установлено, что основной кристаллической фазой этой бусины является *бирюза* $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (рис. 14). Основной кристаллической фазой бусины класса силиката из оброна (половинка бусины подвески № 1¹⁹, ГЭ, Инв. № 2520/17), является *микроклин* $\text{Al}_{1,03}\text{K}_{0,98}\text{Na}_{0,01}\text{O}_8\text{Si}_{2,9}$ (рис. 15). Голубовато-зеленая разновидность микроклина относится к минералу *амазонит* $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)^{20}$. Возможно, в незначительном количестве на дифрактограмме также присутствует кварц (SiO_2). Характерной чертой амазонита является повышенное содержание рубидия (Вохменцев и др., 1989, с. 101–107), что полностью согласуется с результатами РФЛА и дает основание отнести силикатные бусины подвесок № 3, 4, 6, 10 именно к амазониту. Затруднительная регистрация рубидия методом РСМА²¹ послужила хорошей иллюстрацией важности комплексного подхода в исследовании, когда РФЛА-спектр²² дал нам необходимый для интерпретации сигнал рубидия.

Все бусины украшения имеют схожий оттенок цвета и без технического исследования с использованием оптической микроскопии могут быть ошибочно отнесены к одной породе камня²³. По совокупности методов анализа установлено, что бусины принадлежат двум разным классам минералов: силикатам (амазонит) и фосфатам (бирюза). Системы в чередовании типа камня бусин до реставрации украшения замечено не было (рис. 18, по часовой стрелке: У-У-А-А-У-А-Б-Б-Б-А²⁴), из

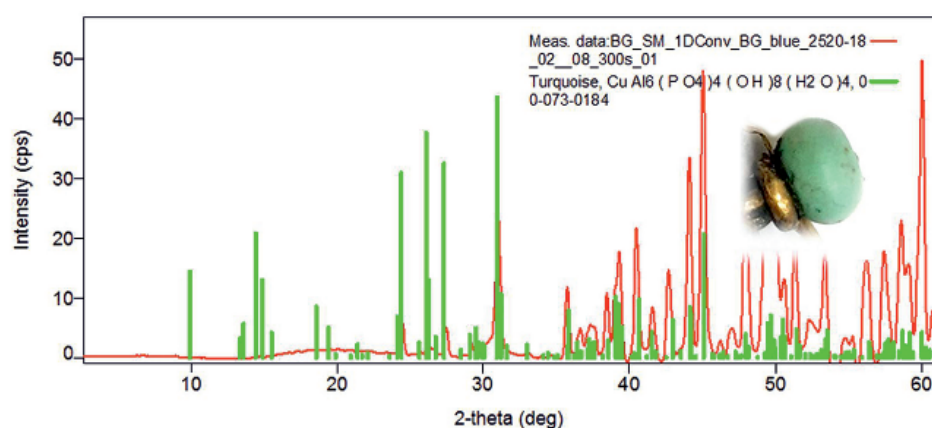


Рис. 14. Дифрактограмма бусины украшения с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520-18) (красный маркер); эталонные линии бирюзы – зеленый маркер.

Fig. 14. XRD pattern of a bead from a jewelry item with turquoise (SHM. Inv. No. 2520-18) (red marker); turquoise reference lines (green marker).

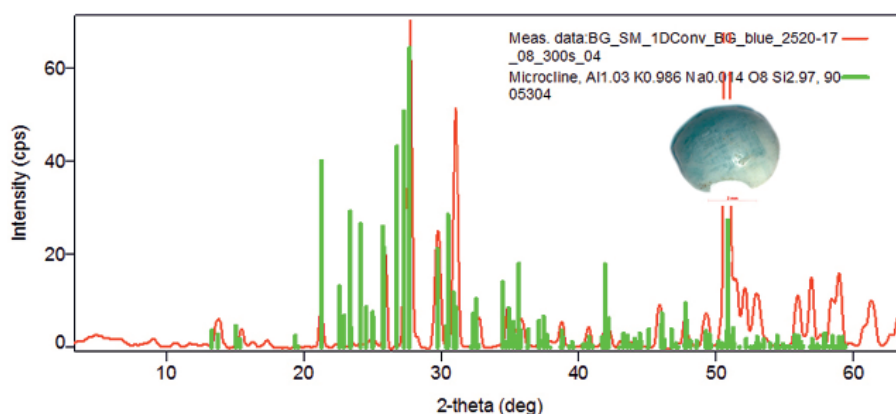


Рис. 15. Дифрактограммы фрагмента бусины из оброна (ГЭ. Инв. № 2520-17) (красный маркер); эталонные линии микроклина (амазонита) – зеленый маркер.

Fig. 15. XRD patterns of a bead fragment from the embossed section (SHM. Inv. No. 2520-17) (red marker); microcline (amazonite) reference lines (green marker).

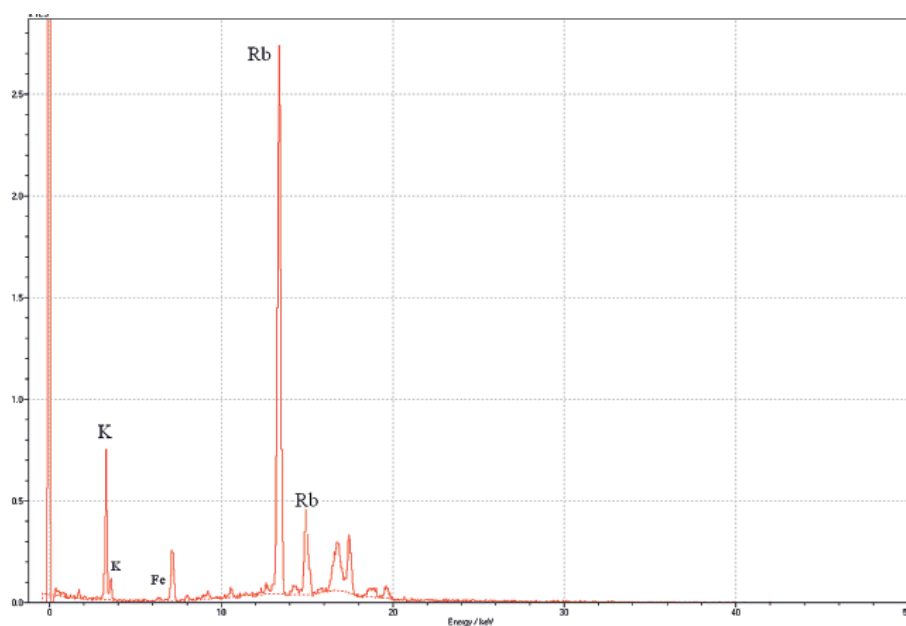


Рис. 16. РФЛА-спектр амазонитовой бусины из оброна (ГЭ. Инв. № 2520-17)
Fig. 16. XRF spectrum of an amazonite bead from the embossed section (SHM. Inv. No. 2520-17)

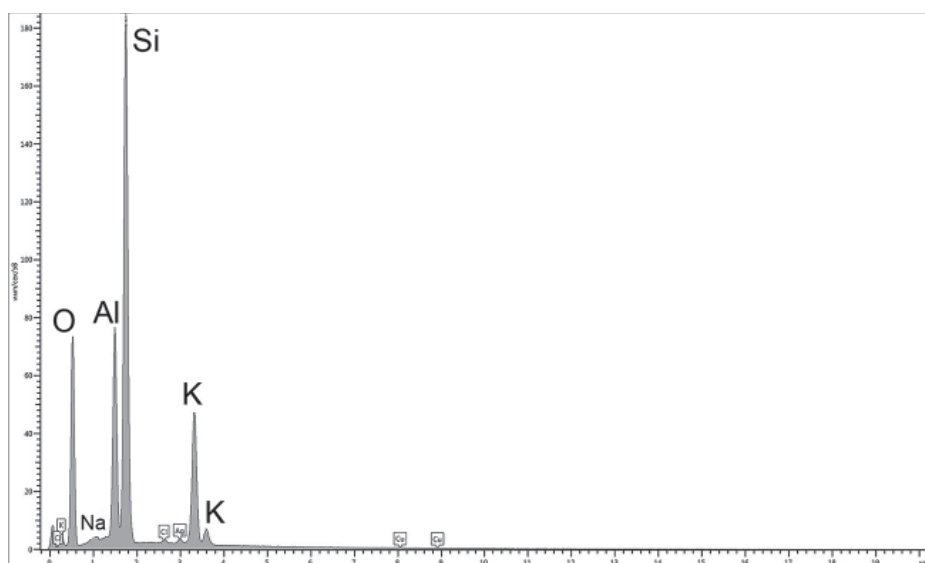


Рис. 17. РСМА-спектр амазонитовой бусины из оброна № 2520-17

Fig. 17. EDX spectrum of an amazonite bead from the embossed section (SHM. Inv. No. 2520-17)

чего можно сделать вывод, что для древнего ювелира, по-видимому, главным критерием были цветовые характеристики, а не материал.

В процессе реставрации нельзя было не обратить внимания на разную степень сохранности зеленовато-голубых бусин: бирюзовые сохранились много лучше, чем амазонитовые (последние почти все либо фрагментированы, либо утрачены полностью).

По итогам реставрации можно считать установленным, что на пустующих местах были бусины из амазонита, и тогда последовательность чередования станет А-А-А-А-А-А-Б-Б-Б-А.

Случайно или закономерно камни одной породы следуют друг за другом? Является ли чередование изначальным, или камни разных

пород – это результат более позднего ремонта в процессе бытования вещи? Вопрос о том, различали ли древние мастера бирюзу и амазонит, осознанно или случайно подменяли более дорогую бирюзу амазонитом, является дискуссионным (Hafemann, 1985, p. 191–192; Bernardino, 2016, p. 197–198; Li et al., 2024, p. 103).

Вопросы определения происхождения материалов (Thoresen, Harrell, 2010, p. 59; Car'о, 2021, p. 1, 8–12) выходят за рамки настоящей работы.

Таким образом, проведенное археометрическими методами исследование позволило уточнить и расширить представление о материалах, использованных древними мастерами, и скорректировать определение, данное



Рис. 18. Украшение с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520-18) до реставрации. А – амазонит; Б – бирюза; У – утрата.

Fig. 18. Jewelry item with turquoise (SHM. Inv. No. 2520-18) before restoration. А – amazonite; Б – turquoise; У – lost section.

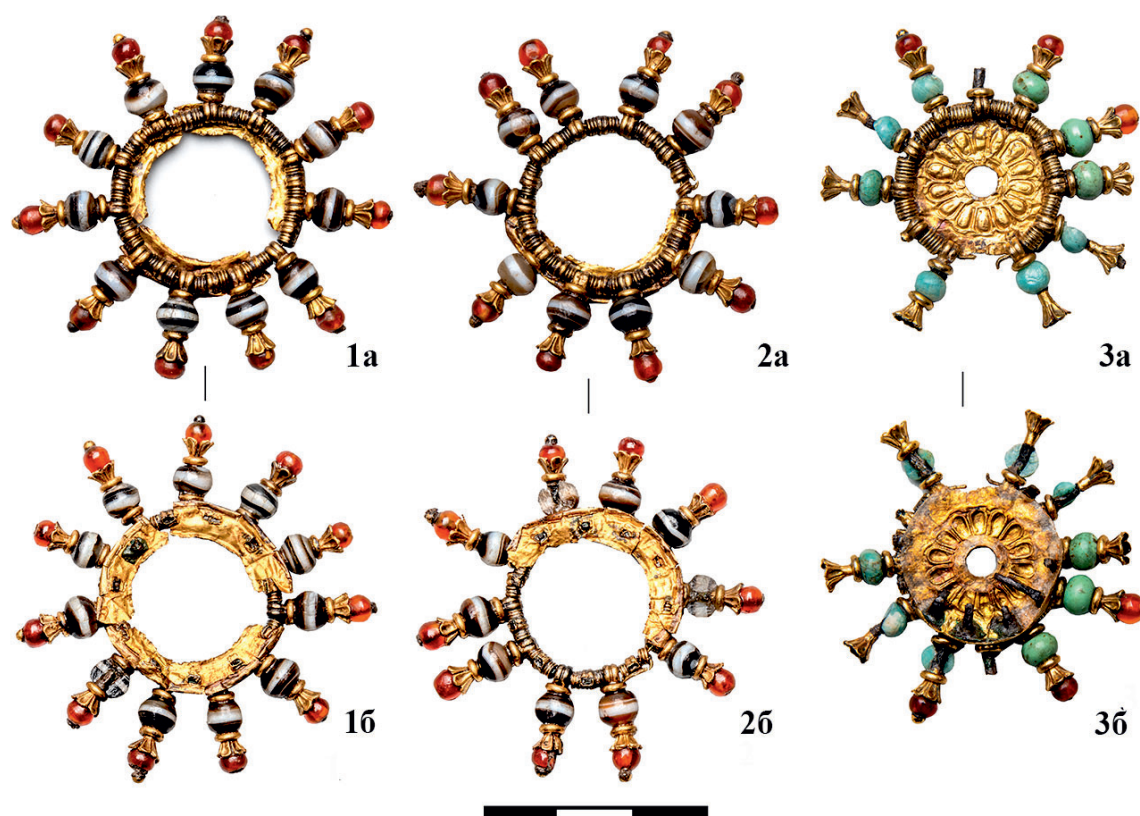


Рис. 19. Украшения после реставрации. 1, 2 – с агатами (ГЭ. Инв. № 2520/9); 3 – с бирюзой и амазонитом (ГЭ. Инв. № 2520/18), а – лицевая сторона, б – оборотная сторона.
Fig. 19. Jewelry items after restoration. 1, 2 – with agates (SHM. Inv. No. 2520/9); 3 – with turquoise and amazonite (SHM. Inv. No. 2520/18), а – face, б – reverse.

в Отчете Археологической комиссии (ОАК, 1897, с. 65) и в инвентарной книге ГЭ, где упоминаются только сердоликовые и бирюзовые бусины.

Реставрация и музеефикация украшений

Процесс всестороннего изучения украшений шел параллельно с реставрационными работами, которые состояли из подбора фрагментов, очистки от старого клея, исправления деформаций, консервации и воссоздания физического облика предметов путем склейки на обратимый клей.

Украшение с бирюзой было расчищено от коррозионных наслоений для выявления особенностей конструкции. При подборе фрагментов учитывались характер слома и степень разрушения фрагментов, диаметр каменных бусин и следы старой склейки²⁵. В процессе подбора были распределены фрагменты из оброна (ГЭ. Инв. № 2520-16, 17). Выяснилось, что большое украшение (ГЭ. Инв. № 2520-9) имело 11 подвесок, для последней подвески и был сделан стержень-вставка, чтобы удли-

нить несущую нить. Судя по наличию коррозионных образований, прочно удерживающих стержень-вставку с одного конца, дополнение к украшению было сделано еще до попадания предмета в погребенные условия. Подтверждением того, что одиннадцатая подвеска была прикреплена еще при активном его использовании, служит также идентичность конструкции всех деталей. На малом украшении из этой пары присутствуют 10 подвесок, концы несущей нити перекручены (что могло быть сделано и после изготовления украшения, в период бытования), фрагменты центральной розетки не замыкаются в полный диаметр (рис. 19: 1, 2), поэтому установить точно изначальное количество подвесок на обоих украшениях не представляется возможным. Это относится и к украшению с бирюзой (ГЭ. Инв. № 2520-18): у него 11 подвесок разной степени сохранности, сохранившаяся центральная розетка задает четкий диаметр, однако несущая нить осталась несомкнутой, имеется место как минимум для одной подвески (рис. 19: 3).

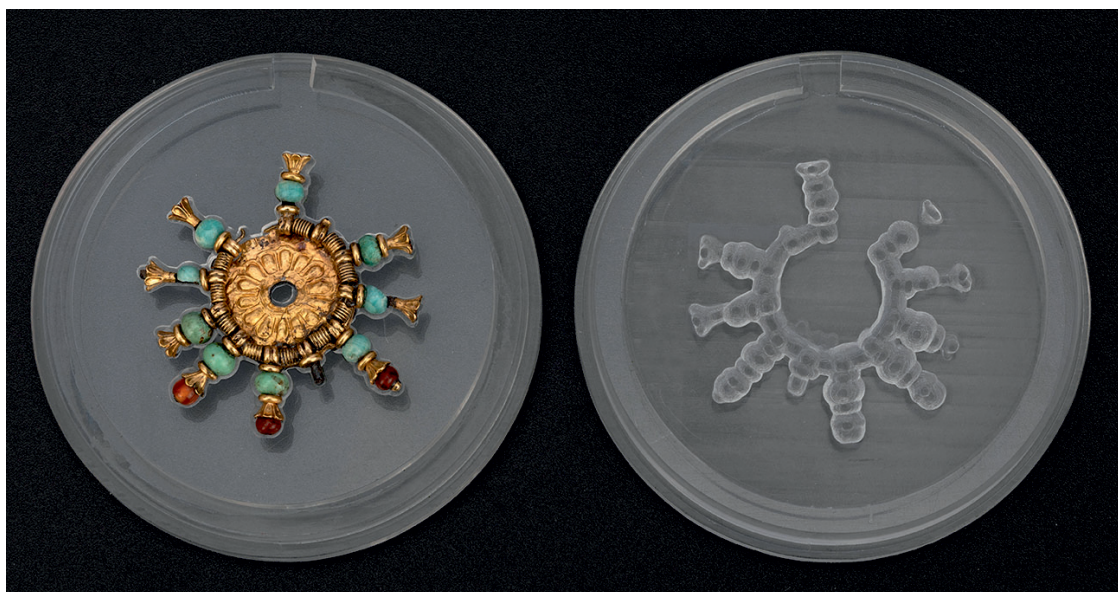


Рис. 20. Футляр для хранения украшения с бирюзой и амазонитом (ГЭ. Инв. № 2520/18).

Fig. 20. Jewelry storage case with turquoise and amazonite (SHM. Inv. No. 2520/18).

Новые данные о конструкции и технике изготовления

Подвески всех украшений имеют совершенно идентичную сложную конструкцию (рис. 4: 4). Стержни игл подвесок были изготовлены из серебра высокой пробы с примесью меди и золота. Судя по всему, использовали профилированные заготовки, которые сгибали пополам для формирования ушка, концы стержня утоньшались за счет проковки, затем обертывались тонкими полосками бронзы, вероятно для придания жесткости и дополнительного объема деталям подвески. Ушко иглы оборачивали золотым листом, после чего нанизывали в определенном порядке колечки, бусину и чашелистик, выдавленный из золотого листа по матрице. Все закрепляли путем заклепывания серебряного кончика стержня, который, в свою очередь, закрывался маленьким золотым колпачком. Не исключено, что серебро для иглы использовалось именно для того, чтобы облегчить процесс проковки и заклепывания. Трехвитковые пронизи парных украшений (рис. 4: 2) изготовлены из согнутого в кольцо профилированного стержня, также сделанного из серебра высокой пробы. После формирования кольца стержень был обтянут золотым листом.

Для основы обойм (рис. 4: 3) использовался сплав серебра и меди примерно в равных пропорциях с присутствием небольшого количества олова. Обоймы также были выполнены

из профилированного стержня, согнутого для формирования ушка, которое обтягивалось золотым листом, конец стержня использовался для крепления к золотой розетке.

После реставрации, когда были исправлены все деформации, подобраны фрагменты, уточнена конструкция и диаметр несущих колец, появились интересные наблюдения. Так, например, была выявлена небольшая разница в конструкции парных с агатовыми бусинами и одиночного с бирюзовыми/амазонитовыми бусинами украшений. В двух типах украшений по-разному устроена схема чередования подвесок и обойм: у парных украшений эти детали перемежаются трехвитковыми пронизями, у украшения с бирюзовыми/амазонитовыми бусинами пронизи отсутствуют вовсе, зато обоймы имеют более широкое основание. Важно отметить, что графическая реконструкция парных украшений (рис. 30) была выполнена с учетом конструкции обойм украшения с бирюзой. У парных украшений отверстия для крепления обойм пробиты в центральной розетке на расстоянии 1,5–2 мм от бортика (рис. 19: 1, 2), у одиночного – точно в ребро отогнутого бортика розетки (рис. 19: 3). У парных украшений бортик центральной розетки завальцован к основанию, у одиночного – бортик вертикальный, с тисненым горизонтальным орнаментом в виде трех параллельных линий, с внутренней стороны усилен бронзовой полосой.

Учитывая хрупкость предметов, после реставрации для их безопасного хранения с применением 3D-технологий были изготовлены специальные прозрачные индивидуальные футляры с ложементами, которые идеально повторяют форму украшений (рис. 20)²⁶. Работа состояла из нескольких этапов. На первом этапе три экспоната были отсканированы с помощью лазерного 3D-сканера FARO Arm. На втором этапе с помощью полученных путем сканирования 3D-моделей были смоделированы экспозиционные футляры с ложементами, точно повторяющими контуры украшений. На третьем этапе на фрезерном ЧПУ станке ROLAND MDX-40 были изготовлены индивидуальные футляры из прозрачного оргстекла. На последнем этапе проводилась шлифовка и полировка футляров. Футляры обеспечивают не только безопасное хранение, экспонирование и транспортировку хрупких предметов, но и возможность их легкого извлечения для проведения экспертизы и дополнительных исследований, а прозрачность футляров позволяет визуально контролировать сохранность экспоната, минимизируя физический контакт.

Исследование дополнительных деталей к украшениям с агатами

В процессе реставрации выяснилось, что фрагментами украшений с подвесками из агатов (ГЭ. Инв. № 2520-9) являются и другие предметы из коллекции, купленной Н.И. Веселовским в ст. Крымской. Несмотря на некоторую терминологическую условность, в работе используются названия этих вещей по инвентарной книге.

Установлено, что круглая бляшка (ГЭ. Инв. № 2520-10) (рис. 3: 10) является частью одного из «фрагментов щитковидных серег» (ГЭ. Инв. № 2520-8) (рис. 3: 8).

Для удобства исследования все детали были пронумерованы (рис. 21: 1). Деталь *A*²⁷ (рис. 21: 1А) в основе своего строения имеет металлический стержень (рис. 21: 2 (II–IV)), заканчивающийся золотым навершием с петлей (рис. 21: 2 (II)). В петлю вставлен тонкий штифт (рис. 21: 2 (I)), удерживающий за ушки круглую бляшку. В центре стержня-основы свободно располагается зубчатое колечко, выполненное из голубоватого камня. Оптическая микроскопия стержня-основы показала, что он сделан из нескольких вставленных друг в друга трубочек или скатан из

листа металла²⁸ (рис. 21: 3), в середине имеется небольшой наплыв металла серого цвета (рис. 21: 2 (III)). В ходе исследования инструментальными методами было установлено, что петля навершия и ушки бляшки имеют в основе стержни из медного сплава, которые обтягивались золотым листом. После этого получившиеся мелкие детали скреплялись между собой в технике пайки (на поверхности золота видны следы припоя, по местам разрывов проглядывает основа из цветного металла с продуктами коррозии зеленого цвета) (рис. 21: 4). Круглая бляшка также выполнена из золотого листа и когда-то обтягивала деталь из медного сплава, которая полностью прокорродировала, и остались только окислы меди зеленого цвета. Круглая бляшка (ГЭ. Инв. № 2520/10) (рис. 3: 10) по технике изготовления и внешнему виду полностью повторяет бляшку с детали А (рис. 21: 1А).

Стержень-основа детали полностью минерализован, по этой причине затруднительно определить точный количественный состав сплава. По элементному составу стержень сделан из оловянистой бронзы: медь (Cu) – основа, олово (Sn) ~5%, в качестве микропримесей присутствуют серебро (Ag), сурьма (Sb), железо (Fe) и мышьяк (As). Наплыв металла в центральной части стержня-основы имеет другой состав – это сплав на основе олова: олово (Sn) ~85%, медь (Cu) ~15%, в качестве микропримесей присутствуют свинец (Pb) и железо (Fe). По-видимому, наплыв представляет собой остатки припоя (Чугунова, 2023, с. 56). Навершие и круглая бляшка детали А выполнены из высокопробного золота (76,1% и 80,8% соответственно). Содержание серебра в навершии почти в три раза больше (14,5%), чем в бляшке (5,8%). Тонкий штифт (рис. 21: 2 (I)) в петле стержня-основы сделан из серебра. Состав материала штифта определялся на изломе: серебро (Ag) ~91%, медь (Cu) ~9%, микропримесь золота (Au) <0,4%. (Чугунова, 2023, с. 55). Исследование зубчатого колечка из голубоватого камня, надетого на стержень-основу (рис. 21: 1А), методами РСМА и рентгеновской дифракции позволило утверждать, что каменная деталь в основе является сочетанием двух минералов группы бирюзы – собственно бирюзы ($\text{CuAl}_6(\text{OH})_2[\text{PO}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) и минерала ахейлита ($(\text{Fe}^{2+}, \text{Zn})\text{Al}_6[(\text{OH})_4(\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$)₁₂ (Чугунова, 2023, с. 59).

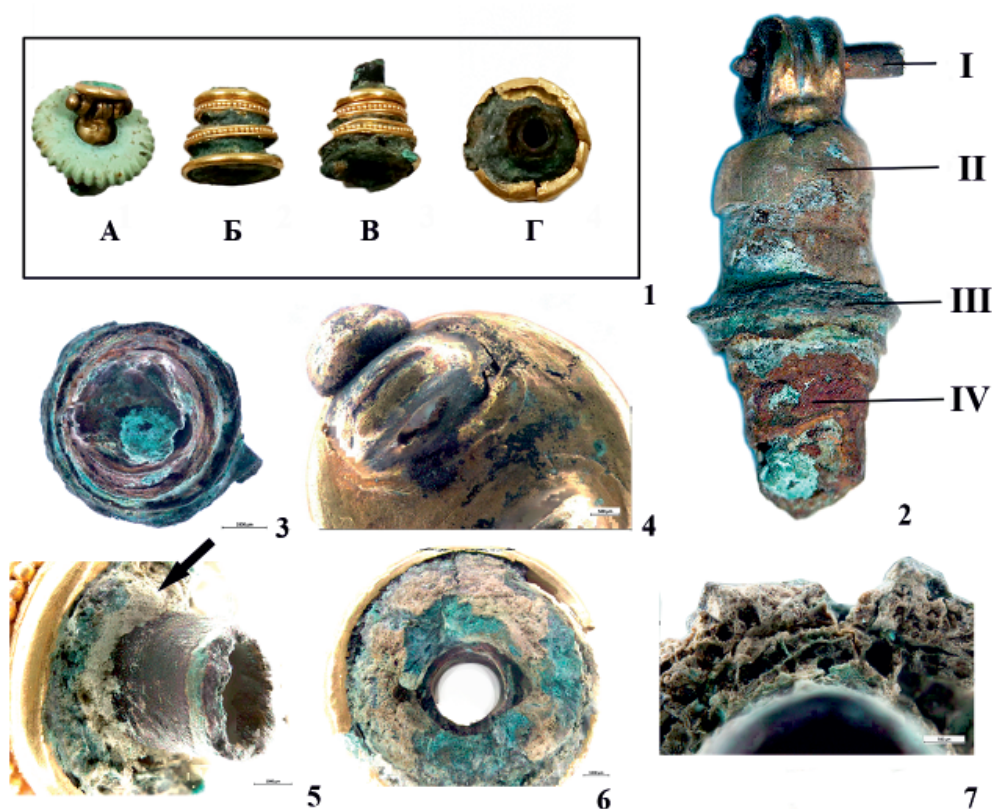


Рис. 21 Макросъемка деталей конструкции фрагментов «щитковидных серег» (Инв. № ГЭ 2520/8).

1 – (А–Г) – нумерация фрагментов серег; 2 – фрагмент А без зубчатого колечка (I – металлический штифт, II – навершие с петлей, III – наплыв металла серого цвета, IV – металлический стержень); 3 – фрагмент А, торец; 4 – фрагмент А, разрыв золотой фольги на верхней бляшке круглой; 5 – фрагмент В, стрелка указывает на остатки древнего клея; 6 – фрагмент В, заполнение; 7 – фрагмент Г, остатки древнего клея.

Fig. 21. Macrophotographs of the design features of the 'shield-shaped earring' fragments (SHM. Inv. No. 2520/8).

1 (А–Г) – numbering of earring fragments; 2 – fragment А with no toothed ring (1 – metal pin, 2 – tip with a loop, 3 – grey metal build-up, 4 – metal rod); 3 – fragment А, face; 4 – fragment А, gold foil tear on the top round plaque; 5 – fragment В with the arrow indicating the remains of ancient glue; 6 – fragment В, filling; 7 – fragment Г, ancient glue remains.

Детали **Б** и **В** одинаковые²⁹, конусовидной формы, с круглыми отверстиями внутри, в которые вставлены трубочки из медного сплава. Внутри трубочек виден четкий прямой стык, что говорит о том, что они свернуты из листа (рис. 21: 1Б–В). Заполнение конусовидных деталей – стеклоподобный материал бледно-зеленого цвета (рис. 21: 6), на который нанизаны золотые ободки разного диаметра, в результате чего предмет получил форму пирамиды. На стыке трубочек-вставок и стеклоподобного материала обнаружено бежевое порошковое вещество, похожее на мастику или древний клей (рис. 21: 5, 7). Последовательность расположения золотых ободков следующая: первый верхний круглый ободок сделан, вероятно, из проволоки медного сплава, обтянутой золотым листом (отсутствие

разрывов не позволяет установить это достоверно, вывод сделан по аналогиям с другими деталями). Второй ободок сделан из золотого листа, свернутого усеченным конусом (края листа имеют неровный обрыв), на который напаяны два ободка из золотой, скрученной из полосы проволоки с шариками зерни между ними. Третий ободок сделан аналогично второму, но он несколько больше в диаметре. Четвертый, последний ободок сделан из проволоки медного сплава (минерализованный металл с зелеными продуктами коррозии), обтянутой золотым листом.

Центральная трубочка изготовлена из оловянной бронзы с небольшим количеством свинца и мышьяка (Cu – осн., Sn ~8–12%, Pb ~0,3–2,7%, As ~0,4–1,5%). Круглые ободки изготовлены из высокопробного золота

Таблица 5. Результаты измерений РФЛА (вес.норм.%) (ГЭ. Инв. № № 2520-8)

Table 5. Micro-XRF results (wt.%) (ГЭ. Инв. № № 2520-8)

Деталь	Участок замеров	Fe, %	Cu, %	Ag, %	Au, %	Pb, %	As, %	Sn, %	Br, %
Б	Круглый ободок	Сл.	3,6	3,8	92,6	-	-	Сл.	Сл.
	Зернь	Сл.	6,7	4,0	89,3	-	Сл.	Сл.	
	Стеклообразное заполнение		14,7	-	-	0,8	0,3	84,2	-
	Круглый ободок	Сл.	3,9	3,7	92,4	-	-	-	Сл.
	Зернь	Сл.	6,6	3,9	89,5	-	-	-	-
	Стеклообразное заполнение	Сл.	5,8	-	-	1,1	0,7	92,2	-
	Трубочка	Сл.	90,8	-	-	0,3	0,4	8,5	-
В	Трубочка	0,3	83,2	-	-	2,7	1,5	12,3	-
	Круглый ободок	Сл.	3,0	3,6	93,5	-	-	Сл.	Сл.
	Зернь, верхний ряд	Сл.	6,0	4,2	89,7	-	-	-	-
	Зернь, нижний ряд	Сл.	5,0	5,6	89,4	Сл. ?	-	Сл. ?	-
	Стеклообразное заполнение		7,5	-	-	0,5 сл. ?	0,2	91,8	-

следующего состава: золото 92–94%, серебро 3–4%, медь 3–4%. В зерни содержание золота составляет 89%, серебра 4–5%, меди 5–6%. Состав зерни по РФЛА, очевидно, представляет собой некий суммарный сигнал от шариков самой зерни и их припоя. В следах присутствуют железо и бромиды как продукт археологического происхождения. Зафиксированные следы олова, скорее всего, связаны с загрязнением поверхности золотых деталей внутренним заполнением (стеклообразной массой). Следует отметить высокую сходимость результатов составов ободков и зерни различных фрагментов по всем основным элементам, это наводит на мысль о централизованном производстве деталей.

Дополнительное исследование детали **В** методом рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) (табл. 6) в целом подтвердило полученные в результате РФЛА данные.

Результаты рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) припоя (между шариками

зерни) детали **В** демонстрируют достаточно большие интервалы значений по основным элементам. Как и состав самой зерни, припой верхнего и нижнего рядов отличаются. Припой верхнего ряда зерни имеет следующий состав (РСМА): Cu ~11,7%, Ag ~3,6–4,0%, Au ~79,4%. Припой нижнего ряда фиксирует гораздо меньший процент меди ~5–6%, Ag ~4%, Au ~86%. При этом наблюдается некая корреляция по меди между составами самих шариков зерни и их припоем. Несмотря на высокую локальность метода РСМА, нельзя исключать, что разница составов объясняется загрязнением элементов зерни припоем.

Электронная микроскопия позволяет наблюдать миниатюрные элементы технических приемов изготовления предмета (рис. 22). Помимо описанной выше зерни, видны скрученная из полосы проволока и пайка. Обращает на себя внимание высокое качество работы древнего ювелира, так,

Таблица 6. Результаты измерений РСМА (вес.норм.%) детали **В**, (ГЭ. Инв. № № 2520-8).Table 6. EDX results (wt.%) of detail **В** (SHM. Inv. No. 2520-8).

анализ	Ca	Fe	Cu	Ag	Sn	Au
гладкая округлая обкладка (кромки)	0,3±0,2	~0,1	7,3±0,8	3,3±0,2	1,1±0,3	88,0±1,3
зернь нижнего ряда	0,7±0,2	<d.l.	3,9±0,5	3,8±0,1	1,8±0,2	89,7±0,6
зернь верхнего ряда	0,5±0,3	tr.	7,3±1,2	3,3±0,6	<d.l.	88,8±1,0

Кислород – элемент для деконволюции; <d.l. – ниже предела обнаружения; tr – следовые значения
Oxygen is an element for deconvolution; <d.l. – detected limited; tr – traces



Рис. 22. Деталь **В** «фрагментов щитковидных серег» (ГЭ. Инв. № 2520/8). Зернь, проволока, пайка. Изображение в обратнорассеянных электронах.
Fig. 22. Detail **B** of 'shield-shaped earring fragments' (SHM. Inv. No. 2520/8). Granulation, wire, soldering. BSE image.

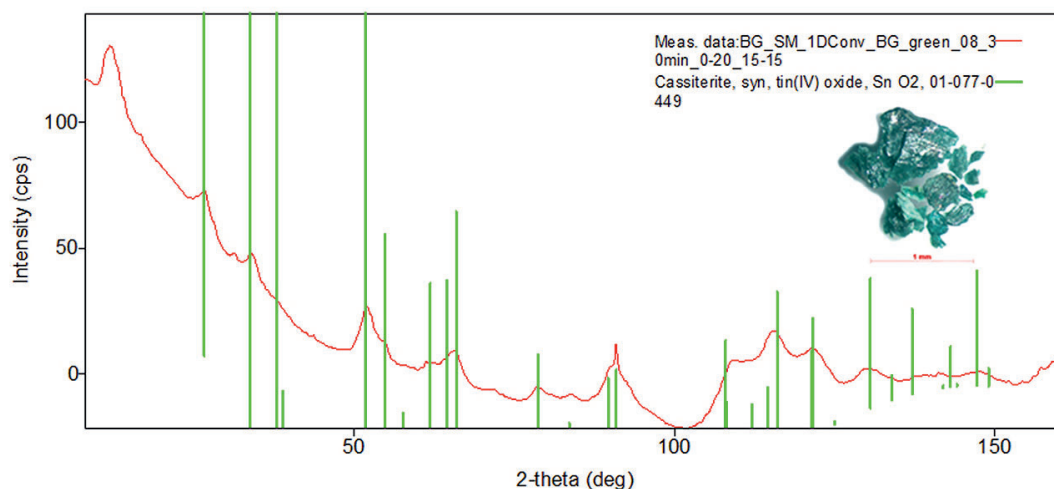


Рис. 23. Спектр рентгеновской дифракции стеклообразного вещества детали **В** фрагментов «щитковидных серег» (ГЭ. Инв. № 2520/8). Красный маркер – спектр заполнения; зеленый маркер – касситерит.

Fig. 23. XRD spectrum of a glassy substance from detail **B** of 'shield-shaped earring' fragments (SHM. Inv. No. 2520/8). Filling spectrum (red marker); cassiterite (green marker).

например, разница в диаметре шариков зерни составляет менее 10 мкм.

Для определения природы стеклообразного вещества в заполнении конусовидных деталей проведен рентгенофазовый анализ, для которого была отобрана проба.

Спектр рентгеновской дифракции демонстрирует низкий полезный сигнал и высокий фон, присущий аморфным веществам (рис. 23). Однако отсутствие в химическом составе пробы стеклообразующих элементов (табл.

7) исключает первоначальное предположение о природе вещества-заполнения. Основной кристаллической фазой полученной дифрактограммы является касситерит (SnO_2). Это говорит о том, что основа конусовидной детали была сделана из олова, которое в процессе коррозии полностью минерализовалось с образованием касситерита. Объяснением образования касситерита может быть контактная электрохимическая коррозия металлов, имеющих неодинаковую разность потенциа-

Таблица 7. Рентгеноспектральный микроанализ стеклообразного вещества детали **В** (ГЭ. Инв. № 2520/8) (вес.норм.% оксида).

Table 7. EMPA result of the glassy substance of detail **B** (SHM. Inv. No. 2520/8) (wt. % of oxide).

Оксид	SiO ₂	SO ₃	FeO	CuO	SnO ₂	PbO	прочие
Заполнение	1,3±0,4	4,0±2,4	1,2±0,7	11,5±1,8	75,3±8,9	0,5±0,3	P, Cl, Ca, As – сл.

Элемент для деконволюции – углерод, сл. – следы.

Element to be deconvolved is carbon, сл. – traces.

лов (Cu = +0,34В, Sn = -0,14В, Au = +1,68В). Сплав на основе олова (заполнение), оказавшись между сплавом на основе меди (бронзовый стержень-трубочка) и золотом (обкладка), подвергся сильнейшему окислению.

На деталях **В** и **Г** (рис. 21: 1В–Г) с наружной стороны бронзовой трубочки было обнаружено бежевое вещество. На детали **В** оно имеет мелкодисперсную равномерную порошковую консистенцию, а на детали **Г** прослеживается волокнистая структура, характерная для минерализованной органики (рис. 21: 5, 7). Больше всего это вещество напоминает связующее, смешанное с наполнителем, которое использовалось для скрепления металлических деталей. Это бежевое вещество похоже на наполнитель, который прокладывался под тонкий золотой лист с тисненым орнаментом при монтаже его на какую-то основу из неблагородного металла. Такая техника широко использовалась в Античности и хорошо известна практикующим реставраторам археологического металла. Исследователями неоднократно отмечалось использование клея для изготовления ювелирных изделий. В частности, Р.С. Минасян, со ссылкой на М.С. Шемаханскую, пишет, что для крепления золотого

декора на чекан из кургана Аржан-2 использовался клей, в состав которого входили животный белок, смола и минеральные включения (Минасян, 2014, с. 266). Аналогичная техника использовалась при изготовлении акинака из того же кургана. Более того, Р.С. Минасян доказывает невозможность нанесения сложного золотого орнамента на железные предметы, иначе как приклеив его (Минасян, 2014, с. 272). Кроме этого, есть упоминание об использовании смолы насекомых для изготовления ювелирных украшений индейцами Южной Америки (Langejans et al., 2022, p. 14) и наклеивании золотой фольги на масло или на масло с лаковой смолой (Yang et al., 2022, p. 1–23).

Бежевое порошковое вещество было исследовано методами электронной микроскопии (SEM-BSE) и энергодисперсионного анализа. Исследования показали большое содержание углерода и кислорода в исследуемой области (рис. 24, черные области), а также азот в некоторых точках³⁰, что может свидетельствовать о присутствии органического вещества.

Для установления молекулярного состава бежевого вещества применяли ИК-Фурье спектроскопию. В ходе исследования было

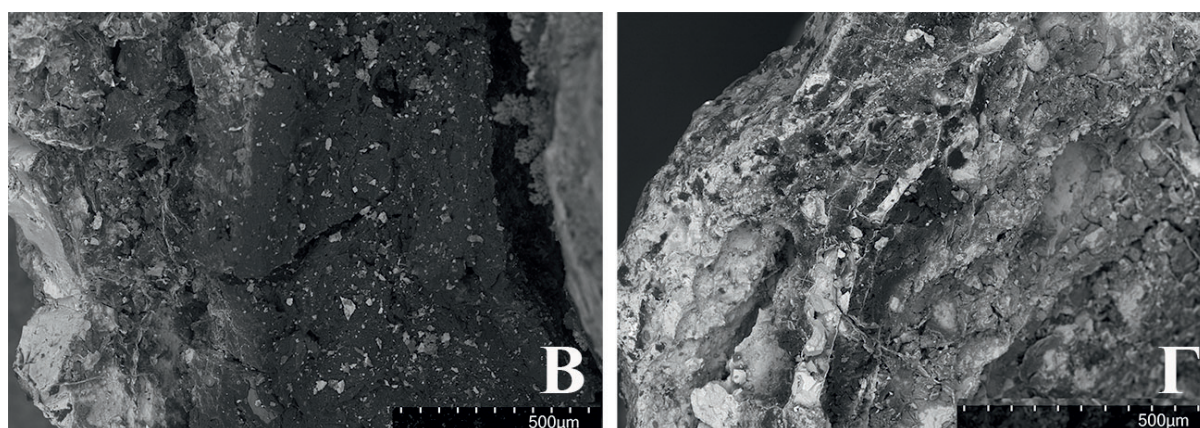


Рис. 24. Исследуемые области деталей **В** и **Г** (ГЭ. Инв. № 2520/8). Изображение в отраженных электронах.

Fig. 24. Studied areas of details **B** and **G** (SHM. Inv. No. 2520/8). BSE image.

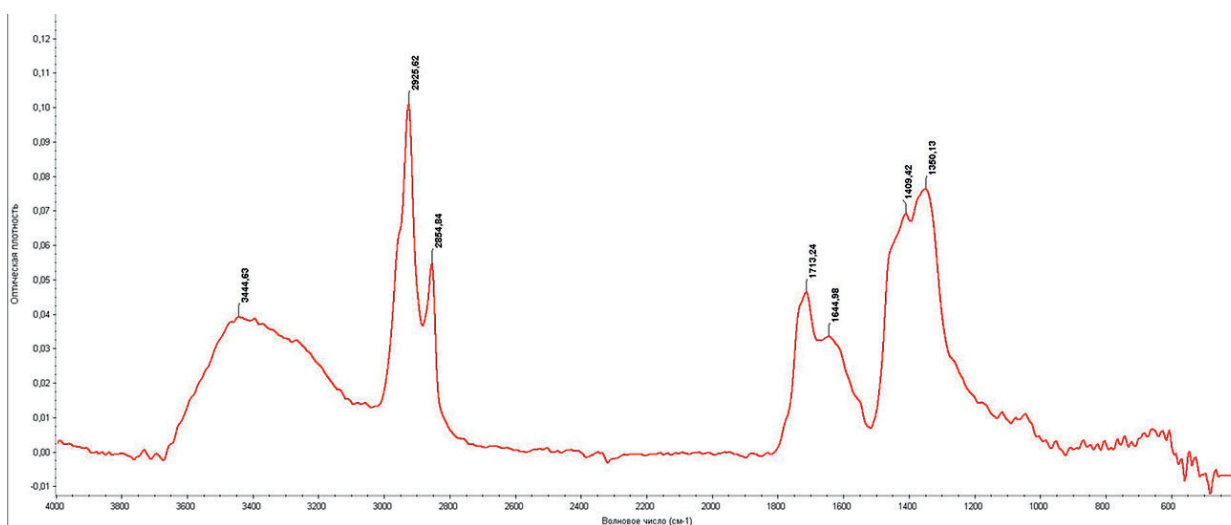


Рис. 25. ИК-Фурье спектр смеси органических веществ.

Спектр идентичен для деталей **В** и **Г**. (ГЭ. Инв.№ 2520/8).

Fig. 25. FTIR spectrum of a mixture of organic substances.

The spectrum is identical for details **B** and **G**. (SHM. Inv. No. 2520/8).

установлено, что в пробе, как в детали **В**, так и в детали **Г**, в мажорном количестве содержится органическое вещество, спектр которого приведен на рис. 25. Анализ также показал наличие белкового соединения как в детали **В**, так и в детали **Г** (рис. 26).

ИК-спектр (рис. 25) исследуемого образца представляет собой смесь органических и неорганических веществ. По некоторым

спектрометрия (ГХ-МС)³¹. Анализ проводили в два этапа (см. *Методика исследования*). Полученные хроматограммы и результаты анализа приведены на рис. 27, 28 и в таблицах 8, 9.

Анализ ГХ-МС позволил получить дополнительную информацию о молекулярном составе и показал наличие широкого спектра соединений. На обеих хроматограммах

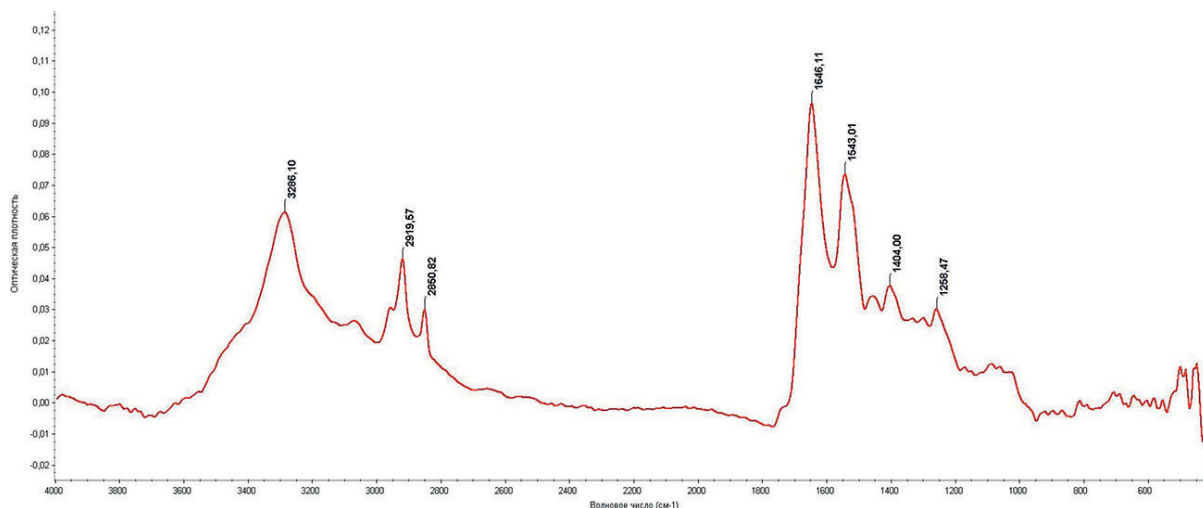


Рис. 26. ИК-Фурье спектр белкового органического вещества.

Спектр идентичен для деталей **В** и **Г**. (ГЭ. Инв.№ 2520/8).

Fig. 26. FTIR spectrum of protein organic matter.

The spectrum is identical for details **B** and **G**. (SHM. Inv. No. 2520/8)

полосам поглощения можно предположить, что в органической смеси содержится масло и природная смола.

Для уточнения данных ИК-спектроскопии была проведена газовая хромато-масс-

самые яркие пики отражают присутствие в пробе фосфорной кислоты. Вряд ли эта кислота присутствовала в составе анализируемого органического вещества. Скорее, она может свидетельствовать о том, что предме-

Таблица 8. Основные соединения, идентифицированные в образце органического вещества детали **B** (ГЭ. Инв.№ 2520/8) методом ГХ-МС (соединения соответствуют рис. 27¹).

Table 8. The main compounds identified in the organic matter sample of detail **B** (SHM. Inv. No. 2520/8) by GC/MS (the compounds correspond to Fig. 27).

Номер пика	RT	Брутто-формула (молекулярная формула)	Идентифицированные соединения
1	10.581	H_3PO_4	Фосфорная кислота
2	12.423	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$	Глутаровая кислота, дикарбоновая
3	13.730	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$	Адипиновая кислота, дикарбоновая
7	17.120	$\text{C}_9\text{H}_{16}\text{O}_4$	Азелаиновая кислота, дикарбоновая
8	18.687	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}\text{O}$	Гептадеканол
9	18.717	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}\text{O}$	Гептадеканол
10	19.680	$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$	Пальмитиновая кислота
11	21.264	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	(E)-Octadecenoic acid Олеиновая
12	21.323	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	(Z)-9-Octadecenoic acid Олеиновая кислота
13	21.506	$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	Стеариновая кислота
14	22.868	$\text{C}_{24}\text{H}_{50}$	н-алкан
15	23.617		1,2-дигидроксифинил-R
16	23.635	$\text{C}_{15}\text{H}_{30}\text{O}$	(непредельный спирт) Один из изомеров Pentadecenol
17	23.678	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	н-алкан
18	24.458	$\text{C}_{26}\text{H}_{54}$	н-алкан
19	25.209	$\text{C}_{27}\text{H}_{56}$	н-алкан
20	25.933	$\text{C}_{28}\text{H}_{58}$	н-алкан
21	26.634	$\text{C}_{29}\text{H}_{60}$	н-алкан

¹ В таблице не показаны некоторые вещества, такие как метилбензолсульфонат и некоторые другие, которые попали в пробу случайно и идентифицируются как загрязнения

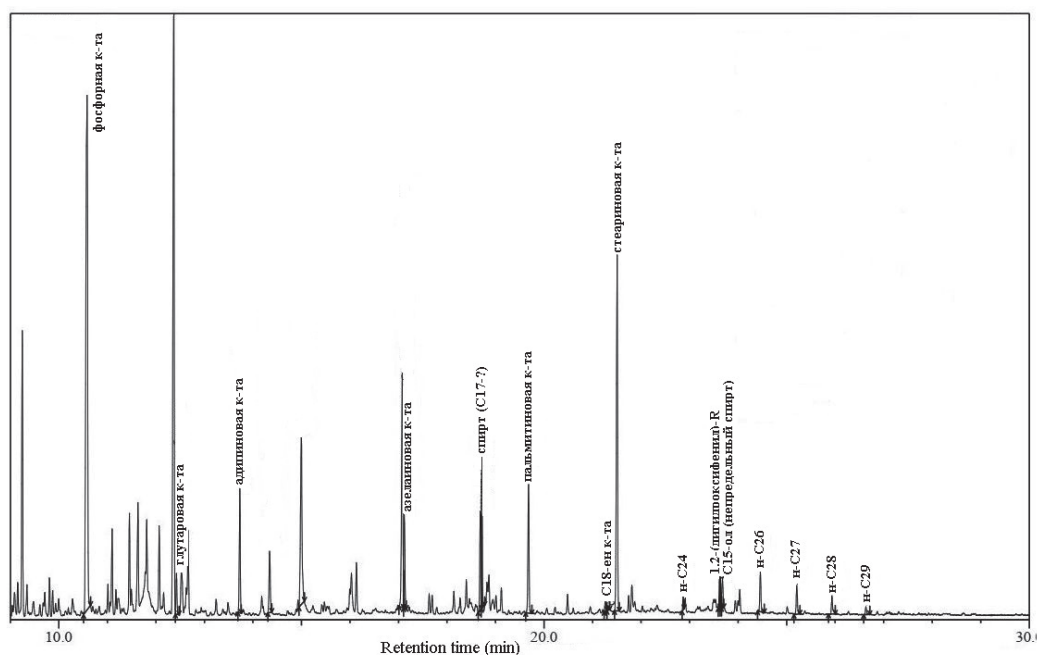


Рис. 27. Вариант 1. Хроматограмма органического вещества детали **B** (ГЭ. Инв.№ 2520/8), полученная с помощью ГХ-МС анализа.

Fig. 27. Option 1. Chromatogram of organic matter of detail **B** (SHM. Inv. No. 2520/8) obtained by GC-MS analysis.

Таблица 9. Основные соединения, идентифицированные в образце органического вещества детали **B** (ГЭ. Инв.№ 2520/8) методом ГХ-МС (соединения соответствуют рис. 28)

Table 9. The main compounds identified in the organic matter sample of detail **B** (SHM. Inv. No. 2520/8) by GC/MS (the compounds correspond to Fig. 28)

Номер пика	RT	Брутто-формула (молекулярная формула)	Идентифицированные соединения
1	10.568	H_3PO_4	Фосфорная кислота
2	13.724	$C_6H_{10}O_4$	Адипиновая кислота, дикарбоновая
4	17.115	$C_9H_{16}O_4$	Азелаиновая кислота, дикарбоновая
5	17.691	$C_{14}H_{28}O_2$	Миристиновая кислота
8	19.676	$C_{16}H_{32}O_2$	Пальмитиновая кислота
9	20.709	$C_{18}H_{38}O$	Стеариловый спирт
10	20.952	$C_{16}H_{30}O_4$	C_{16} дикарбоновая кислота
11	21.210	$C_{18}H_{32}O_2$	C_{18} диен кислота 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)
12	21.263	$C_{18}H_{34}O_2$	(E)-Octadecenoic acid Олеиновая кислота
13	21.324	$C_{18}H_{34}O_2$	(Z)-9-Octadecenoic acid Олеиновая кислота
14	21.496	$C_{18}H_{36}O_2$	Стеариновая кислота
15	22.140		Стероид?
16	22.819	$C_{20}H_{28}O_2$	Дегидроабиетиновая кислота
17	22.865	$C_{24}H_{50}$	н-алкан
18	23.617		1,2-дигидроксифенил-R
19	23.676	$C_{25}H_{52}$	н-алкан
20	24.454	$C_{26}H_{54}$	н-алкан

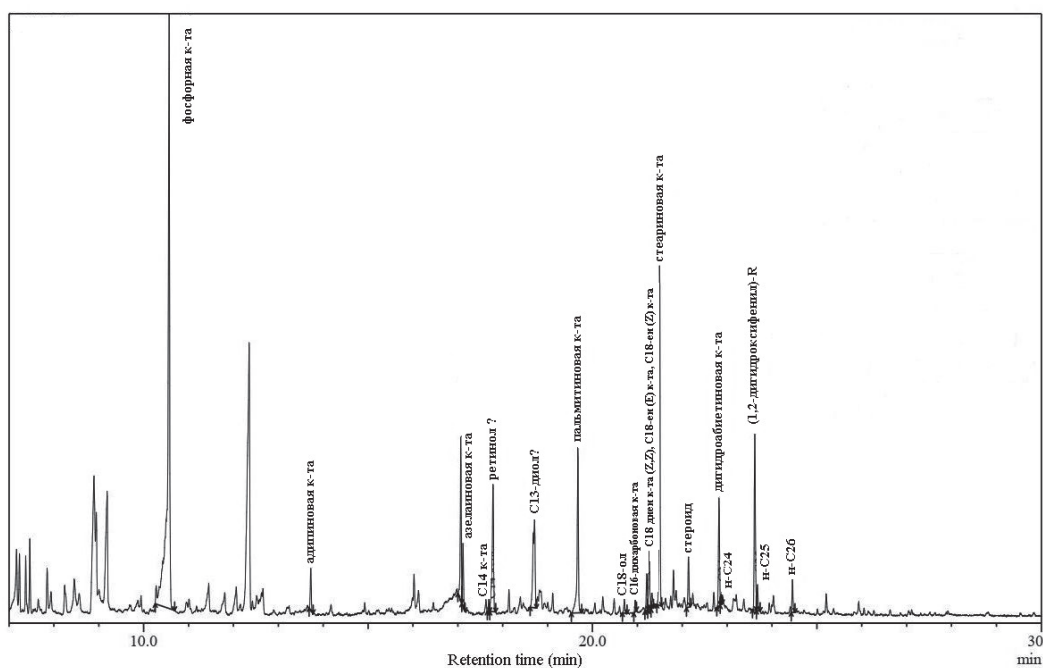


Рис. 28. Вариант 2. Хроматограмма органического вещества детали **B** (ГЭ. Инв.№ 2520/8), полученная с помощью ГХ-МС анализа.

Fig. 28. Option 2. Chromatogram of organic matter of detail **B** (SHM. Inv. No. 2520/8) obtained by GC-MS analysis.

ты действительно обнаружены в погребении, т. к. фосфорная кислота в больших количествах выделяется при разложении органики. Каждый органический материал состоит из набора химических составляющих и имеет свои биомаркеры, по которым возможно идентифицировать материал. В данном случае одним из компонентов смеси является дегидроабиетиновая кислота. Характерными маркерными соединениями канифоли, особенно в состаренных смолах, являются продукты окисления абиетиновой кислоты, такие как дегидроабиетиновая кислота (ДГК), 7-оксо-ДГК, 15-гидрокси-7-оксо-ДГК и 15-гидрокси-ДГК в кислой фракции (Colombini et al., 2005, p. 675–687). Наличие дегидроабиетиновой кислоты указывает на присутствие смолы хвойных деревьев (канифоли) в образцах.

В исследуемых образцах обнаружены стеариновая, пальмитиновая, а также олеиновая кислоты (в незначительной концентрации). Из конечных продуктов реакций полимеризации ненасыщенных жирных кислот в смеси были обнаружены азелаиновая, глутаровая, адипиновая, гексадекандиовая кислоты (табл. 8, 9). Отношение азелаиновой к пальмитиновой кислоте $A/P \approx 0,8$, отношение пальмитиновой к стеариновой кислоте $P/S \approx 0,4$. В смеси соединений присутствует в маленьких концентрациях также миристиновая кислота. Разложившиеся масла обладают сложным молекулярным составом, который обычно не позволяет определить вид масла, за исключением некоторых видов масел. Тем не менее само присутствие масел в пробе не вызывает удивления, потому что они являются универсальными добавками в адгезивах (Langejans et al., 2022, p. 18). Липидные клеи, такие как все виды восков, а также масла (например, льняное масло) могут быть основными компонентами клея (E. Darque-Ceretti et al., 2013, p. 150). Кроме того, нельзя исключать и наличие яичного желтка в пробе, так как в его составе также могут присутствовать перечисленные кислоты, а также белковые компоненты, присутствие которых в пробе обнаружено с помощью ИК-спектроскопии, о чем упоминалось ранее. Наличие возможного производного стероида (m/z 55, 73, 95, 109, 121, 165, 243, 365, 380) в смеси может относиться как к животному источнику, так и к растительному (Colombini et al., 2009, p. 197). Идентифицированные в пробе с помощью ГХ-МС анали-

за n -алканы (C_{24} – C_{29}) характерны для ископаемых восков, которые состоят в основном из нечетных и четных n -алканов, имеющих различное распределение (Colombini et al., 2009, p. 99). В литературе есть упоминание, что в смолу добавляли пчелиный воск в качестве пластификатора (Kozowyk et al., 2020, p. 1–17; Gaillard et al., 2016, p. 465–483).

К сожалению, нам не удалось получить полной картины маркеров исследуемого вещества по причине очень малого количества предоставленного образца (<1 мг). Однако мы можем с уверенностью констатировать, что в исследуемой пробе присутствуют два вида клея: один из них состоит из масла и смолы хвойных деревьев с добавлением воска, другой – клей на белковой основе (яичный желток, белок или коллагеновый клей). В литературе (Langejans et al., 2022) описаны адгезивы, встречающиеся в археологических предметах, в том числе клеи на белковой основе, смолы, выделенные растениями или насекомыми, деготь, масла и т. д. Археологические клеи могут представлять собой смесь материалов, а также содержать некоторые добавки для улучшения их свойств.

Реконструкция внешнего вида и техники изготовления составных украшений из покупки Н.И. Веселовского

На основе комплексных исследовательских и реставрационных работ удалось восстановить облик украшений с агатами и бирюзой и установить, что они могли составлять единый комплект. Хотя восстановление предметов по объективным причинам невозможно, удалось сделать их графическую реконструкцию (рис. 29; 30).

В результате исследования конструкции «фрагментов щитковидных серег» (ГЭ. Инв. № 2520/8) и «бляшки круглой» (ГЭ. Инв. № 2520/10) установлено, что они являются верхней частью составных украшений (рис. 29: II, III, 1–3), и сами тоже скомбинированы из различных деталей.

В основе их конструкции лежит полая бронзовая трубочка (рис. 29: I. 2, III.2), к верхнему концу которой с помощью оловянного припоя жестко крепился бронзовый стержень с золотым навершием и системой подвешивания на золотой же бляшке (рис. 29: I. 1). Место пайки закрывалось бирюзовым³² зубчатым колечком (рис. 29: I.1a), сохранившимся только у одного экземпляра.

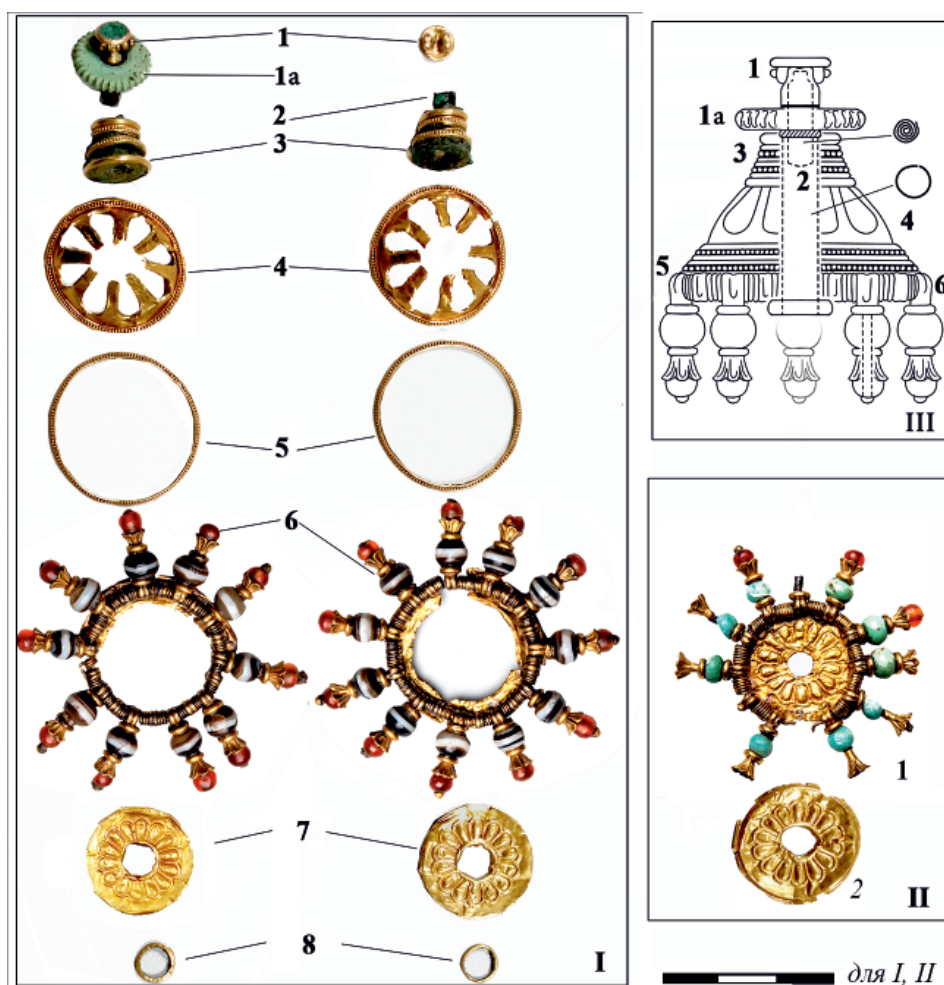


Рис. 29. Последовательная выкладка деталей составных украшений. Фотография деталей и графическая реконструкция. **I** – парные украшения: 1 – (Инв. № 2520/10) «Бляшка круглая» и аналогичная деталь «фрагментов щитковидных серег» (Инв. № 2520/8), 1a – зубчатое колечко из бирюзы/ахейлита детали **A** (Инв. № 2520/8); 2 – скрученная бронзовая трубочка детали **B** (Инв. № 2520/8), 3 – детали **B** и **B** «фрагментов щитковидных серег» (Инв. № 2520/8); 4 – «Бляшки полусферические ажурные» (Инв. № 2520/6); 5 – «Ободки кольцевидные» (Инв. № 2520/5); 6 – «Серьги в виде ободков с пронизями и подвесками» (Инв. № 2520/9); 7 – «Кружки плоские с орнаментом» (Инв. № 2520/15); 8 – «Ободок кольчатый» (Инв. № 2520/13).

II – украшение с бирюзой и амазонитом: 1 – «Серьга с штампованной розеткой», «Фрагменты сердоликовых и бирюзовых подвесок» (Инв. №№ 2520/18, 17); 2 – «Ободок кольцевидный» (Инв. № 2520/15); **III** – схема украшения с агатами, нумерация соответствует номерам **I**, 1-6.

Fig. 29. Series of details of complex jewelry items. Photographs of details and graphic reconstruction. **I** – paired jewelry: 1 – (Inv. No. 2520/10) 'Round plaque' and a similar detail of 'shield-shaped earring fragments' (Inv. No. 2520/8), 1a – turquoise/ahaylite toothed ring of detail **A** (Inv. No. 2520/8); 2 – twisted bronze tube of detail **B** (Inv. No. 2520/8), 3 – details **B** and **B** of 'shield-shaped earring fragments' (Inv. No. 2520/8); 4 – 'Hemispherical openwork plaques' (Inv. No. 2520/6); 5 – 'Annular bands' (Inv. No. 2520/5); 6 – 'Earrings in the form of bands with bead strings and pendants' (Inv. No. 2520/9); 7 – 'Ornamented flat circles' (Inv. No. 2520/15); 8 – 'Annular band' (Inv. No. 2520/13). **II** – jewelry item with turquoise and amazonite: 1 – 'Stamped rosette earring', 'Fragments of carnelian and turquoise pendants' (Inv. Nos. 2520/18, 17); 2 – 'Annular band' (Inv. No. 2520/15); **III** – agate jewelry pattern with numbering corresponding to numbers **I**, 1-6.

На нижнюю часть бронзовой трубочки надевались круглые, постепенно увеличивающиеся в диаметре детали из оловянного сплава (стеклообразная масса-заполнение определена как касситерит) с золотыми ободками

(рис. 29: I.3 III.3), крепившиеся с помощью природного растительного или/и белкового клея. В итоге конструкция несколько напоминает детскую пирамидку. Доказательством того, что «пирамидки» были верхней частью

составных украшений, является незаконченность конструкции и неприкрытые снизу участки олова.

Обращает на себя внимание тот факт, что золотые предметы под разными инвентарными номерами из исследуемой коллекции, как правило, парные (рис. 3: 6, 7, 9, 11, 12; 29: I, 4, I, 5, I, 8) и совпадают по диаметру с украшениями с агатовыми бусинами, относясь, таким образом, к двум составным украшениям (рис. 29: I).

Ободки кольцевидные (рис. 3: 6; 29: I, 5) и «бляшки» полусферические ажурные (рис. 3: 7; 29: I, 4) по диаметру подходят к парным украшениям, при этом конусовидные ободки нижним краем слегка ложатся на оборотную их сторону, а «ажурные бляшки» совпадают по диаметру с верхним краем ободков. И на ободках, и на «бляшках» имеется орнамент, выполненный в технике зерни (рис. 21: 1В; 22), аналогичный тому, который был исследован на «фрагментах щитковидных серег». На обороте бляшек были обнаружены прилипшие к золоту продукты коррозии серого цвета, оставшиеся, вероятно, от основы всей конструкции. В ходе исследования было установлено, что этой основой было олово с небольшим добавлением меди (табл. 10: 1). Аналогичные продукты коррозии были обнаружены и на оборотной стороне ободков круглых (рис. 3: 11, 12). К ободкам круглым можно отнести и деталь Г из «фрагментов щитковидных серег» (рис. 21: 1Г), внутри которой сохранились остатки основы из олова и фрагмент бронзовой трубочки, приклеенный

на органический клей. Результаты исследования элементного состава продуктов коррозии, обнаруженные на этих золотых деталях (ГЭ. Инв. № 2520-6, 8, 11, 12), приведены в таблице 10.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что все перечисленные детали, выполненные из золотого листа, крепились к основе, сделанной из оловянного сплава с добавлением небольшого количества меди. Этот факт коррелирует с данными по «фрагментам щитковидных серег» (ГЭ. Инв. № 2520-8) детали **Б** и **В** (рис. 3: 8; 21: 1Б, В). Деталь **Г** того же номера (рис. 21: 1Г) помимо оловянно-медного колечка-основы имеет в центре остатки бронзовой трубочки, такой же, как на деталях **Б** и **В**, которая проходит через центральное круглое отверстие в золотом ободке. Центральные отверстия «ободков круглых» (ГЭ. Инв. № 2520-11, 12) (рис. 3: 11, 12), вероятно, служили для тех же целей. Достаточно грубое выполнение и отсутствие какого-либо декоративного оформления на этих ободках наводит на мысль, что они использовались для внутреннего скрытого крепления различных деталей наподобие шайб.

Соединение всех деталей формирует конструкцию пирамидальной формы со свисающими подвесками (рис. 29: III; 30: 1, 2). Важно отметить, что подвески на ободках могут свисать только на ту сторону, которая закрыта розеткой, то есть вниз (рис. 30: 1, 2). Видимая сверху часть ничем не прикрыта. Это, наряду с совпадением диаметров, свиде-

Таблица 10. Результаты измерений РСМА (вес.норм.%) прокорродировавшей основы деталей украшений (ГЭ. Инв №№ 2520-6,8,11,12).
Table 10. EDX results (wt.%) of the corroded base of jewelry item details (SHM. Inv. Nos. 2520-6,8,11,12).

№ п/п	Участок замеров	Sn, %	Cu, %	O, %	прочее
1	бляшка полусферическая ажурная (ГЭ. Инв. № 2520/6)	63,8±0,1	4,3±0,1	28,8 ±0,1	C=28,8±0,1
2	фрагмент Г «щитковидных серег» (ГЭ. Инв. № 2520/8)	58,9±0,1	13,3±0,1	14,4 ±0,1	C=8,5±0,1
3	ободок круглый	48,2±0,1	3±1,0	30,4 ±0,1	As=1,9±0,1; S, Fe,P,Si-tr.
4	(ГЭ. Инв. № 2520/11)	58,4±0,1	3,6±0,18	25,8 ±0,1	Pb=1,7±0,1; Fe,P,Si-tr.
5	ободок круглый	16,7±0,1	1,5±0,1	29,4 ±0,1	Si, Al – tr.
6	(ГЭ. Инв. № 2520/12)	44±0,1	3,9±0,1	26,3 ±0,1	Si, Al – tr

tr. – следы

tr. – traces

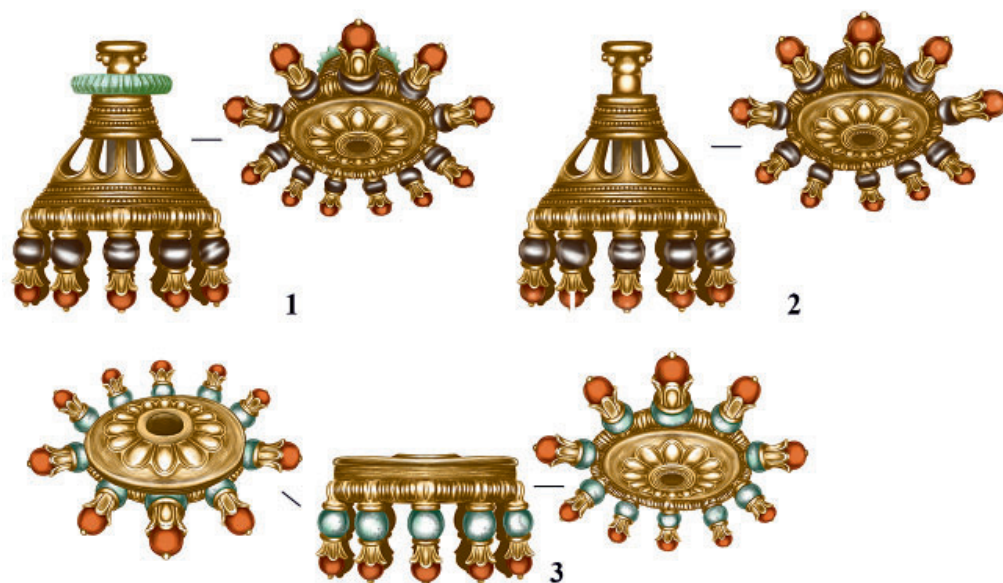


Рис. 30. Реконструкция: 1, 2 – парные украшения с агатами; 3 – украшение с бирюзой/амазонитом.
Fig. 30. Reconstruction: 1, 2 – paired jewelry items with agates; 3 – jewelry item with turquoise/amazonite

тельствует о том, что ободки с бусинами находились в нижней части составных украшений.

Украшение с бирюзовыми бусинами отличается по диаметру, из оброна к нему подходит только одна деталь – кружок плоский большого диаметра с орнаментом (ГЭ. Инв. № 2520/15), который мог прикрывать крепежную систему подвесок с верхней стороны. Таким образом, и верхняя, и нижняя розетки были видимыми (рис. 29: II; 30: 3), а крепежная система была спрятана. Отверстие в центре, вероятно, предназначалось для фиксации украшения (надевание на стержень, подвешивание на шнурке). На внутренних сторонах следов олова не выявлено, но какой-то наполнитель там мог быть (рис. 5: 11).

Таким образом, благодаря изучению и реставрации установлено, что часть разрозненных и фрагментированных предметов, купленных Н.И. Веселовским в станице Крымской, складываются в три составных украшения (рис. 29; 30), возможно представлявших собой комплект. Как именно носили украшение с бирюзовыми/амазонитовыми бусинами, мы не знаем. Парные украшения с агатами явно использовались как крупные подвески серег или височных колец, хотя способ их крепления не установлен.

Изучение конструкции, состава и особенностей изготовления украшений позволило сделать ряд важных наблюдений, касающихся технологического процесса и его организации в древности.

1. Детали из бронзы, олова, серебра покрыты тонким листовым золотом (техника плакирования и/или накладного золочения) (Минасян, 2014, с. 263, 327).

2. Вероятно, для скрепления использованы два вида клея: один состоит из масла и смолы хвойных деревьев с добавлением воска, другой – клей на белковой основе (яичный желток, белок или коллагеновый клей).

3. Все золотые детали изготовлены из металла высокой пробы.

4. Детали (чашелистики, колечки) выдавлены из тонкого золотого листа с использованием матрицы. Использовалась также проволока, скрученная из листового металла (полосы).

5. Литье использовалось лишь для изготовления основы украшений из олова, во всех остальных случаях предпочитали работать с тонким листом или проволокой.

6. Несложный орнамент, выполненный в технике зерни, тем не менее демонстрирует хороший профессиональный уровень мастеров.

7. Одинаковые размеры и сходство деталей, изготовленных как бы по шаблону, предполагают массовое стандартизированное производство. Вероятно, за выполнение одной операции отвечал конкретный мастер, овладевший этой техникой в совершенстве.

8. Использование таких сложных техник ювелирной обработки, как пайка золотом, пайка оловянными припоями, скрутка проволоки, зернь, обтяжка золотом, резка, шлифов-



Рис. 31. Украшения из покупки Н. И. Веселовского в станице Крымской и их аналогии. 1, 2 – украшения из Крымской. Реконструкция; 3 – серьги ладьевидные, Ульский курган 4 (по: *Эпохи, курганы, находки...* 2024, кат. 69); 4 – Марлик, погребение XVII В (по: *Maxwell-Hyslop*, 1971. Fig. 137); 5, 6 – Нимруд, гробница III и II (по: Hussein at al. 2016. Pl. 118, в; Pl. 44: а); 7 – Ашшур, погребение 45 (по: *Harper at al.*, 1995. Pl. 11, Cat. 59); 8 – ГЭ. Инв. № ГР-1779; 9 – серьга-джумка (по: *Tracing the evolution...*)

Fig. 31. Jewelry from the items purchased by N.I. Veselovsky in stanitsa Krymskaya and their analogies. 1, 2 – jewelry items from Krymskaya. Reconstruction; 3 – boat-shaped earrings, Ulsky barrow 4 (after: *Epochs, barrows, finds...* 2024, cat. 69); 4 – Marlik, burial XVII B (after: *Maxwell-Hyslop*, 1971. Fig. 137); 5 – Nimrud, tombs III and II (after: Hussein at al. 2016. Pl. 118, в; Pl. 44: а); 7 – Ashur, burial 45 (after : *Harper at al.*, 1995. Pl. 11, Cat. 59); 8 – SHM. Inv. No. ГР-1779; 9 – jumah earring (after: (*Tracing the evolution...*))

ка, полировка, галтовка и сверление твердых полудрагоценных камней, свидетельствует о высоком уровне ювелирного производства в целом, требует крупных, хорошо оборудованных специализированных мастерских и невозможно без преемственности традиции.

Аналогии, атрибуция и датировка

Благодаря реставрационным и исследовательским работам стало возможным определить, что «золотые розетки с проволочным ободком» с агатовыми и сердоликовыми бусинами, аналогии которым найти не пред-

ставлялось возможным (Рябкова, 2023, с. 52), на самом деле являются частью подвесок (рис. 31: 1). Они могли крепиться к серьгам или к височным кольцам, как, например, подвески в виде корзиночек серег из 4-го Ульского кургана 1909 г. (Эпохи, курганы, находки, 2024, Каталог, № 69) (рис. 31: 3). Украшение с бирюзовыми и амазонитовыми бусинами могло служить декором прически или головного убора.

Хотя функциональное назначение этих украшений установлено, прямых аналогий тем не менее нет. Говоря о сходстве, можно упомянуть лишь украшение из погребения XVII В могильника Марлик, относящегося к ранней группе (Maxwell-Hyslop, 1971, p. 190, Pl. 137) (рис. 31: 4), серьги с подвесками в виде кисти или грозди разноцветных бусин из ассирийских царских погребений Нимруда (рис. 31: 5, 6). Экземпляры с подвеской в форме колокольчика происходят из коллекции Лемме (рис. 31: 8), дата их предположительно II в. н. э.³³ Интересно, что в современной индийской культуре очень популярны традиционные серьги – «джумки», распространившиеся с III в. до н. э. (рис. 31: 9).

Явная недостаточность типологического метода компенсируется всесторонним исследованием технологических особенностей и состава материалов. Это позволяет поместить украшения из Крымской в определенный культурный и хронологический контекст.

Обращает на себя внимание насыщенная цветовая гамма. Использование в одном изделии/комплекте золота, бирюзы, полосчатого агата и сердолика усиливает взаимодействие цветов и форм и создает яркую выразительную картину. Этот художественный прием был широко распространен на Ближнем Востоке и в Египте с древнейших времен (Harper et al., 1995, p. 94). Он хорошо прослеживается не только на украшениях из царских погребений Нимруда (Hussein et al., 2016) (рис. 31: 5, 6), но и в материалах погребений Ашшура, датированных промежутком от 3-й династии Ура (конец III тыс. до н. э.) до позднеассирийского периода (IX–VII вв. до н. э.) (Harper et al., 1995, Kat. 27, 28, 55–59). Красочная живописность украшений из Ашшура (рис. 31: 7) считается наследием традиции Месопотамии, отмеченной уже в Царских гробницах Ура. Погребения цариц Нимруда изобиловали украшениями из золота с разноцветными вставками и

бусинами из сердолика, бирюзы, бело-коричневого полосчатого агата (Collon, 2008, p. 109). Особая популярность этого камня в бусах и в подвесках в виде глаза объясняется тем, что его считали отгоняющим зло (Gansell, 2018, p. 88).

В Древнем Египте классическими составляющими колористических схем для драгоценностей также были красный цвет сердолика, ярко-зеленый бирюзы и глубокий синий лазурита. Вместо бирюзы часто использовали зеленый шпат – амазонит с перламутровым непрозрачным зеленым отливом. Из него делали бусины, особенно во времена Среднего Царства, он был востребован и для амулетов и вставок во времена Тутанхамона. Следы добычи амазонита до сих пор видны в Восточной пустыне (Aldred, 1971, p. 33–34). Применительно к ассирийским украшениям упоминаний об амазоните нет. Традиционно камни зеленого цвета называют бирюзой, однако, учитывая, насколько тесным и динамичным было взаимодействие между Ассирией, Египтом и другими государствами Переднего Востока, амазонит наряду с бирюзой, вероятно, использовали не только в Египте. Таким образом, сочетание камней и колористическая гамма украшений, купленных в ст. Крымской, свидетельствуют об их принадлежности к кругу драгоценностей Переднего Востока.

Не только стилистика и цветовая гамма, но и техника изготовления украшений из Крымской кардинально отличается от способов металлообработки, распространенных в степных регионах. Вместо сравнительно простой техники литья из золота использована сложная техника обтягивания золотой фольгой деталей из более дешевых металлов (бронзы, серебра, олова). Объемные части украшений получали выдавливанием из золотого листа при помощи матрицы, использовали зернь.

Сходным образом изготовлены серьги из 45 погребения в Ашшуре (среднеассирийское время, XIV–XIII вв. до н. э.) Основой их была полая луновидная подвеска из тонкого золотого листа, в центре обмотанная трехваликовым кольцом с поллой трубкой, на которую поочередно с золотыми двухваликовыми кольцами были нанизаны бусины из амазонита (?) и сердолика³⁴. Для вставки использован агат в виде глаза (Maxwell-Hyslop, 1971, p. 175; Harper et al., 1995, p. 96) (рис. 31: 7). Дизайн и техника многих ювелирных изделий средне-

ассирийского времени из гробниц Ашшура показывают удивительное сходство с материалами царских погребений Ура. Подчеркнутый консерватизм ассирийских ювелиров объясняют тем, что их произведения требовались для религиозных и магических целей, так как знатные покойники могли олицетворять Таммуза и Иштар (Maxwell-Hyslop, 1971, p. 166).

Эти техники были известны мастерам Древнего Египта (Aldred, 1971, p. 72, 85) и, возможно, распространялись именно оттуда, но, вероятно, не ранее XIII в. до н. э. Тесное взаимодействие существовало и позднее, а стандартизация технических методов на протяжении IX–VIII вв. до н. э. делает вопросы о происхождении драгоценностей трудно разрешимыми (Maxwell-Hyslop, 1971, p. 165–167, 202). Так, например, техника инкрустации и стилистика драгоценностей из Нимруда позволили предположить даже, что при ассирийском царском дворе трудились египетские мастера (Hussein, 2014, p. 125).

Таким образом, Н.И. Веселовскому удалось приобрести для Археологической комиссии и спасти для науки комплект сделанных в Передней Азии драгоценностей из кочевниче-

ского кургана. Сходство с материалами гробниц из Нимруда позволяет отнести их близкому хронологическому горизонту – IX–VIII вв. до н. э. В погребение они могли попасть позже – в VII в. до н. э. Говоря о месте их производства, невозможно утверждать, что они были сделаны именно в Ассирии. Известно, что драгоценные металлы, камни, предметы роскоши, технологии и мастера перемещались на значительные расстояния в результате торговли, династических контактов, военных походов, депортаций, даннических отношений (Gunter, 2014, p. 251). Так, древности «клада» из Зивийе, изготовленные ремесленниками Манны и Мидии, свидетельствуют о том, что их техника была столь же совершенной, как и у ювелиров Ассирии и финикийских центров (Maxwell-Hyslop, 1971, p. 207). Если учесть, что наиболее вероятным местом стабильного военно-политического присутствия скифов в Передней Азии в 670-е гг. до н. э. являются территории к югу и юго-востоку от озера Урмия, на территории маннейских племен, в непосредственной близости от Мидии (Алексеев, 2003, с. 102), то, возможно, драгоценные украшения из комплекса близ Крымской сделаны именно там.

Примечания:

¹ Научный архив Института истории материальной культуры. Фонд 1. Дело 93 за 1995 г.

² Речь идет о знаменитом кургане Карагодеуашх, исследованном есаулом Кубанского казачьего войска Е.Д. Фелицыным по поручению Императорской археологической комиссии в 1886–1888 гг. (Лаппо-Данилевский, Мальмберг, 1894, с. 6).

³ Бусы из стекла и фритты относятся к широко распространенным типам, дата которых определяется в рамках IV–I вв. до н. э.

⁴ Инв. № 2520/9, 18. Три золотые розетки составляют отдельный номер – 2520-15.

⁵ Инв. № 2520-9, 17.

⁶ Инв. № 2520-5, 6, 8, 10, 13, 15, 16.

⁷ Условия проведения анализа: U=50 kV, I=700 μ A, время накопления спектра 40–100 сек. Материал анода рентгеновской трубки – молибден.

⁸ Условия проведения анализа: U=20 kV, WD=8,5 mm, накопление спектра = 600000–1000000 имп.

⁹ Условия проведения анализа: U= 40 kV, I=30 mA, время экспозиции от 2 до 20 мин. Коллиматор = 0,3/0,8 мм. Материал анода рентгеновской трубки – медь.

¹⁰ Метод ионизации – электронная ионизация, энергия ионизации 70eV, диапазон сканирования m/z 40–800, время сканирования диапазона m/z 0,22 сек, температура ионного источника 200 °C, температура инжектора хроматографа 280 °C, температура интерфейса 280 °C, деление потока 1:60; капиллярная колонка ZB-5MS (Phenomenex) 30м×0,25мм×0,25мм; газ-носитель – гелий, скорость потока 0,8 мл/мин; температурный режим термостата 50 °C – 1 мин; нагрев 10 °C /мин до 315 °C, 315 °C – 20 мин.

Подготовка пробы к анализу. 1 вариант – в виалу с образцом добавили 100 мкл дериватизирующего реагента BSTFA и выдержали при 65 °C в течение 1 часа. 2 вариант – в ту же виалку с образцом добавили 100 мкл ДМФА и 100 мкл дериватизирующего реагента BSTFA и выдержали при 65 °C в течение 1 часа.

¹¹ Данные предварительной характеристики состава коррозионных наслоений в дальнейшем подтвердились инструментальными методами анализа.

¹² ГЭ, Инв. №. 2520-17.

¹³ Однако нельзя полностью исключить вероятность, что основа некоторых обоев (например, обойма № 1, табл. 2) была выполнена из оловянной бронзы с примесью серебра.

¹⁴ Подвеска 3, ушко петли: Cu ~7.1%; подвеска 10, чашелистик: Ag до 8,4% (табл. 2). Повышенное содержание меди и серебра может объясняться загрязнением продуктами коррозии.

¹⁵ Прямоугольного сечения.

¹⁶ К тому же возможен эффект вымывания с поверхности объекта продуктов коррозии меди и обогащение, таким образом, состава серебром.

¹⁷ По причине ограниченного объема публикации картирование не приводим.

¹⁸ См. ссылку № 11.

¹⁹ Номер подвески определен в процессе реставрации.

²⁰ Амазонит относится к классу силикатов; семейству полевых шпатов; группе калиевых полевых шпатов, минерал – микроклин.

²¹ Ограничена недостаточным напряжением (20kV).

²² Условие проведения анализа – напряжение 50 kV.

²³ Как это и было сделано в описании ОАК (ОАК за 1895 г., с. 65).

²⁴ А – амазонит, Б – бирюза, У – утрата.

²⁵ Для облегчения подбора были изготовлены специальные подставки из пластилина и пищевой пленки, в которой были сделаны углубления для подвесок.

²⁶ Работа по изготовлению футляров была выполнена сотрудником Государственного Эрмитажа, специалистом по 3D-технологиям Н.А. Донской.

²⁷ Реконструкция детали схематично сделана на рис. 29: III.

²⁸ Не исключено, что используемый для скрутки бронзовый лист был с одной стороны посеребрен. Прослойка серебра была обнаружена между слоями бронзы (Чугунова, 2023, 57).

²⁹ Деталь **Б** собрана из двух фрагментов в процессе реставрации.

³⁰ Измерения проводились по точкам. Не все точки отразили азот. Но надо отметить, что фиксация азота методом РСМА имеет ряд сложностей.

³¹ Анализ выполнен в «Институте нефтехимпереработки» (АО «ИНХП») в центре прототипирования, Россия, Башкортостан, г. Уфа, <http://www.inhp.ru/catalog/service/item/251>.

³² Колечко изготовлено из бирюзы с ахейлитом (Чугунова, 2023, с. 59).

³³ Выражаем искреннюю благодарность эрмитажному хранителю О.В. Горской за информацию об этих украшениях.

³⁴ Агатовые бусины нанизаны на полую трубочку в драгоценностях из Нимруда (рис. 31: 6).

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев А. Ю. Хронография Европейской Скифии VII-IV веков до н. э. СПб: ГЭ, 2003. 416 с.

Буршнева С.Г., Осин Ю.Н., Рябкова Т.В. Исследование и атрибуция золотых украшений из покупки Н.И. Веселовского в станице Крымской. // Древности Северного Причерноморья, Кавказа и Средней Азии: от открытий Н.И. Веселовского к современной науке / Отв. ред. М.Т. Кашуба, М.В. Медведева, Е. О. Стоянов. СПб.: ИИМК РАН, 2024. С. 198–203.

Вохменцев А.Я., Остроумов М.Н., Марин Ю.Б., Платонов А.Н., Попов В.А., Таращан А.Н., Шмакин Б.М. Амазонит. М.: Недра, 1989. 192 с.

Кисель В.А. Шедевры ювелиров Древнего Востока из скифских курганов. СПб.: Петербург. востоковедение, 2003. 192 с.

Лаппо-Данилевский А.С., Мальмберг В.К. Древности Южной России. Курган Карагодеуашх / МАР. № 13. СПб.: Издание Импер. археолог. ком., 1894. 192 с.

Манцевич А.П. Серьги из станицы Крымской // АСГЭ. Вып. 2 / Ред. Б.Б. Пиотровский. Л.: ГЭ, 1961. С. 154–162.

Минасян Р.С. Металлообработка в древности и в средневековье. СПб.: ГЭ, 2014. 472 с.

Отчет ИАК за 1895 г. СПб., Типография главного управления уделов, 1897. 291 с.

Ростовцев М.И. Скифия и Боспор. Критическое обозрение памятников литературных и археологических. Л.: РАИМК, 1925. 624 с.

Рябкова Т.В. Драгоценные предметы из раскопок Нестерова у станицы Крымской в 1895 г. в коллекции Государственного Эрмитажа // Ювелирное искусство и материальная культура. Вып. 7 / сост. И.В. Поскачёва, В.В. Киджи, Н.В. Царёв. СПб.: ГЭ, 2023. С. 45–54.

Чугунова К.С. Археометрическое исследование одного предмета из раскопок Нестерова у станицы Крымской в 1895 г. (предварительные результаты) // Ювелирное искусство и материальная культура. Вып. 7 / сост. И.В. Поскачёва, В.В. Киджи, Н.В. Царёв. СПб.: ГЭ, 2023. С. 55–61.

Эпохи, курганы, находки. К 175-летию со дня рождения Н. И. Веселовского: каталог выставки / сост. Т.В. Рябкова. СПб.: ГЭ, 2024. 352 с.

Aldred Cyril. *Jewels of the Pharaohs: Egyptian Jewellery of the Dynastie Period*. London: Thames & Hudson, 1971. 256 p.

Bernardino N. lia D'E., Izumi C.M.S., de Faria D.L.A. Fake turquoises investigated by Raman microscopy. // *Journal of Forensic Science International*. 2016. Vol. 262. P. 196–200.

Car`o F., Schorsch D., Smieska L., Santarelli B. Non-invasive XRF analysis of ancient Egyptian and near Eastern turquoise: A pilot study. // *Journal of Archaeological Science: Reports* 36 (2021) 102893. P. 1–14. Электронный ресурс: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102893> (дата обращения: 09.04.2024)

Collon, D. *Nimrud Treasures // New Light On Nimrud. Proceedings of the Nimrud Conference 11th–13th March 2002*. London. British Institute for the Study of Iraq in association with The British Museum, 2008. P. 105–118.

Colombini, M.P., Modugno, F., Ribechini, E. Direct exposure electron ionization mass spectrometry and gas chromatography/mass spectrometry techniques to study organic coatings on archaeological amphorae // *J Mass Spectrom*. 2005. Vol. 40. P. 675–687.

Colombini M.P., F. Modugno (Eds.). *Organic Mass Spectrometry in Art and Archaeology*, Wiley, Chichester (UK) 2009, 512 p.

Darque-Ceretti E., Felder E, Aucouturier M. Gilding of cultural heritage artefacts: an elaborated technology // *Surface Engineering*. 2013. Vol. 29. P. 146–152.

Gaillard, Y., Chesnaux, L., Girard, M., Burr, A., Darque-Ceretti, E., Felder, E. Mazuy, A., Regert, M. Assessing Hafting Adhesive Efficiency in the Experimental Shooting of Projectile Points: A new Device for Instrumented and Ballistic Experiments. // *Archaeometry*. 2016. Vol. 58, № 3. P. 465–483.

Gansell A.R. Dressing the Neo-Assyrian Queen in Identity and Ideology: Elements and Ensembles from the Royal Tombs at Nimrud // *American Journal of Archaeology*. 2018. Vol. 122, No. 1 (January 2018). P. 65–100

Gunter A.C. Beyond «Orientalizing»: Encounter among Culters in the Eastern Mediteranean // *Assyria to Iberia at the Dawn of the Classical Age* / Ed. J. Aruz. New York: The Metropolitan Museum of Art publ., 2014. P. 248–255.

Hafemann I. Zum Problem der staatlichen Arbeitspflicht im alten Ägypten. II. Auswertung der Expeditionsschriften des Mittleren Beiches // *Journal of Altorientalische Forschungen*. 1985. Vol. 12, № 2. P. 179–215.

Harper Prudence O., Evelyn Klengel-Brandt, Joan Aruz, and Kim Benzel. *Assyrian Origins: Discoveries at Ashur on the Tigris: Antiquities in the Vorderasiatisches Museum, Berlin, New-York*, 1995. 142 p.

Hussein M. The gold of Nimrud // *Assyria to Iberia at the Dawn of the Classical Age*. Ed. J. Aruz. New York: The Metropolitan Museum of Art publ., 2014. P. 125–131.

Hussein M., Altaweel M., Gibson McG. *Nimrud. The Queens' Tombs*. Baghdad – Chicago, 2016. 186 p.

Kozowyk P.R.B., A.L. van Gijn, G.H.J. Langejans. Understanding preservation and identification biases of ancient adhesives through experimentation // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2020. Vol. 12. P. 1–17.

G. Langejans, A. Aleo, S. Fajardo, P. Kozowyk. Delft University of Technology. *Archaeological Adhesives*. Manuscript-version In *Oxford Research Encyclopedia of Anthropology*, 2022. DOI:10.1093/acrefore/9780190854584.013.198

Li W.T., Jiang S.Y., Zhang H., Cui P.L. Origin of gem-quality turquoise associated with quartz-barite veins in western Hubei Province, China: Constraints from mineralogical, fluid inclusion, and C-O-H isotopic data // *Journal of American Mineralogist*. 2024. Vol. 109. P. 103–121.

Maxwell-Hyslop K.R. *Western-Asiatic Jewellery c.3000-612 B.C*. London, 1971. 286 p.

Thoresen L., Harrell J.A. Archaeogemology of Amazonite // *Proceedings of the Eighth Annual Sinkankas Symposium – Gem Feldspars* (April 17, 2010), Fallbrook: Pala International, 2010. P. 58–62. URL: https://www.researchgate.net/publication/265667378_Archaeogemology_of_Amazonite (дата обращения: 10.04.2024)

Tracing the evolution of the jhumka. URL: <https://www.naturaldiamonds.com/in/style-innovation/history-of-jhumka-earrings> (дата обращения: 09.04.2024)

Yang J., Z. Zhou, T. Lu, L. Shen. Investigation of Gold Gilding Materials and Techniques Applied in the Murals of Kizil Grottoes, Xinjiang, China // *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. P. 1–23.

Информация об авторах:

Буршнева Светлана Георгиевна, художник-реставратор высшей категории, Государственный Эрмитаж (г. Санкт-Петербург, Россия); burshneva@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5710-6875.

Осин Юрий Николаевич, научный сотрудник, Государственный Эрмитаж (г. Санкт-Петербург, Россия); yury.osin@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8907-1352.

Чугунова Ксения Сергеевна, старший научный сотрудник, Государственный Эрмитаж (г. Санкт-Петербург, Россия); askachu@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-0868-4630.

Рябкова Татьяна Владимировна, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Государственный Эрмитаж (г. Санкт-Петербург, Россия); ryabkova-tatyana@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7441-2372.

Уразаева Яна Рустэмовна, кандидат химических наук, научный сотрудник, Государственный Эрмитаж (г. Санкт-Петербург, Россия); yana-hermitage@yandex.ru; ORCID: 0009-0002-5569-519.

REFERENCES

Alekseev, A. Yu. 2003. *Khronografiia Evropeiskoi Skifii (Chronography of European Scythia)*. Saint Petersburg: The State Hermitage Museum (in Russian).

Burshneva, S. G., Osin, Yu. N., Ryabkova, T. V. 2024. In Kashuba, M. T., Medvedeva, M. V., Stoyanov, E. O. (eds.). *Drevnosti Severnogo Prichernomoria, Kavkasa i Sredney Asii: ot otkritiy N.I. Veselovskogo k sovremennoy nauke (Antiquities of the Northern Black Sea Region, the Caucasus And Central Asia: from Nikolay I. Veselovsky's discoveries to current studies)*. Saint Petersburg: Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences, 198–203 (in Russian).

Vokhmentsev, A. Ya., Ostroumov, M. N., Marinin, Yu. B., Platonov, A. N., Popov, V. A., Tarashchan, A. N., Shmakin, B. M. 1989. *Amazonit (Amazonite)*. Moscow: "Nedra" Publ. (in Russian).

Kisel, V. A. 2003. *Shedevry yuvelirov Drevnego Vostoka iz skithskih kurganov (Masterpieces by jewelers of the Ancient East from Scythian mounds)*. Saint Petersburg: "Peterburgskoe vostokovedenie" Publ. (in Russian).

Lappo-Danilevskii, A. S., Malmberg, V. K. 1894. *Drevnosti Yuzhnoi Rossii. Kurgan Karagodeuashk (Antiquities of Southern Russia. Kurgan Karagodeuashkh)*. Series: Materialy po arkheologii Rossii (Proceedings for the Archaeology of Russia) 13. Saint Petersburg: Imperial Archaeological Commission (in Russian).

Mantsevich, A. P. 1961. In Piotrovsky, B. B. (ed.). *Arkheologicheskii sbornik Gosudarstvennogo Ermitazha (Archaeological Bulletin of the State Hermitage Museum)* 2. Leningrad: The State Hermitage Museum, 154–162 (in Russian).

Minasian, R. S. 2014. *Metalloobrabotka v drevnosti i v srednevekovie (Metalworking in ancient and medieval times)*. Saint Petersburg: The State Hermitage Museum (in Russian).

Otchety Imperatorskoi arkheologicheskoi komissii za 1895 g. (Reports of the Imperial Archaeological Commission for 1895). 1897. Saint Petersburg: "Tipografiia Glavnogo Upravleniia Udelov" Publ. (in Russian).

Rostovtsev, M. I. 1925. *Skifiya i Bosfor. Kriticheskoe obozrenie pamyatnikov literaturnykh i arkheologicheskikh (Scythia and the Bosphorus. Critical review of literary and archaeological monuments)*. Leningrad: Russian Academy of the History of Material Culture (in Russian).

Ryabkova, T. V. 2023. In Poskacheva, I. V., Kidzhi, V. V., Tsarev, N. V. (comp.). *Iuvelirnoe iskusstvo i material'naiia kul'tura (Jewellery Art and Material Culture)* 7. Saint Petersburg: The State Hermitage Museum, 45–54 (in Russian).

Chugunova, K. S. 2023. In Poskacheva, I. V., Kidzhi, V. V., Tsarev, N. V. (comp.). *Iuvelirnoe iskusstvo i material'naiia kul'tura (Jewellery Art and Material Culture)* 7. Saint Petersburg: The State Hermitage Museum, 55–61 (in Russian).

Ryabkova, T. V. (comp.). 2024. *Epokhi, kurgany, nakhodki. K 175-letiyu so dnya rozhdeniya N. I. Veselovskogo: katalog vystavki (Epochs, burial mounds, findings: honouring the 175th anniversary of Nikolay Veselovsky. Exhibition catalogue)*. Saint Petersburg: The State Hermitage Museum (in Russian).

Aldred Cyril. 1971. *Jewels of the Pharaohs: Egyptian Jewellery of the Dynastie Period*. London: Thames & Hudson.

Bernardino N. lia D'E., Izumi, C.M.S., de Faria, D.L.A. 2016. In *Journal of Forensic Science International* (262), 196–200.

- Car'ò, F., Schorsch, D., Smieska, L., Santarelli, B. 2021. In *Journal of Archaeological Science: Reports* 36 (2021) 102893, 1–14 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102893> (accessed 09.04.2024).
- Collon, D. 2008. In *New Light On Nimrud. Proceedings of the Nimrud Conference 11th–13th March 2002*. London: British Institute for the Study of Iraq in association with The British Museum, 105–118.
- Colombini, M.P., Modugno, F., Ribechini, E. 2005. In *J Mass Spectrom* (40), 675–687 (in Russian).
- Colombini, M. P., Modugno, F. (eds.). 2009. *Organic Mass Spectrometry in Art and Archaeology*. Wiley, Chichester (UK).
- Darque-Ceretti, E., Felder, E., Aucouturier, M. 2013. In *Surface Engineering* (29), 146–152.
- Gaillard, Y., Chesnaux, L., Girard, M., Burr, A., Darque-Ceretti, E., Felder, E., Mazuy, A., Regert, M. 2016. In *Archaeometry*. 53 (3), 465–483/
- Gansell, A. R. 2018. In *American Journal of Archaeology*. Vol. 122, No. 1 (January 2018), 65–100.
- Gunter, A. C. 2014. In Aruz, J. (ed.). *Assyria to Iberia at the Dawn of the Classical Age*. New York: The Metropolitan Museum of Art publ., 248–255.
- Hafemann, I. 1985. In *Journal of Altorientalische Forschungen* Vol. 12, no 2, 179–215.
- Harper Prudence O., Evelyn Klengel-Brandt, Joan Aruz, and Kim Benzel. 1995. *Assyrian Origins: Discoveries at Ashur on the Tigris: Antiquities in the Vorderasiatisches Museum, Berlin*. New-York.
- Hussein, M. 2014. In Aruz, J. (ed.). *Assyria to Iberia at the Dawn of the Classical Age*. New York: The Metropolitan Museum of Art publ., 125–131.
- Hussein, M., Altaheel, M., Gibson, McG. 2016. *Nimrud. The Queens' Tombs*. Baghdad; Chicago.
- Kozowyk, P. R. B., van Gijn, A. L. Langejans, G. H. J. 2020. In *Archaeological and Anthropological Sciences* (12), 1–17 (in English).
- Langejans, G., Aleo, A., Fajardo, S., Kozowyk, P. 2022. In *Oxford Research Encyclopedia of Anthropology*. DOI:10.1093/acrefore/9780190854584.013.198
- Li, W. T., Jiang, S. Y., Zhang, H., Cui, P.L. 2024. In *Journal of American Mineralogist*. (109), 103–121.
- Maxwell-Hyslop, K. R. 1971. *Western-Asiatic Jewellery c. 3000-612 B.C.* London.
- Thoresen, L., Harrell, J. A. 2010. In *Proceedings of the Eighth Annual Sinkankas Symposium – Gem Feldspars (April 17, 2010)* 58-62. Fallbrook: Pala International. Available at: https://www.researchgate.net/publication/265667378_Archaeogemology_of_Amazonite (accessed 10.04.2024).
- Tracing the evolution of the jhumka Available at: https://www.researchgate.net/publication/265667378_Archaeogemology_of_Amazonite (accessed 10.04.2024) (in English).
- Yang, J., Z. Zhou, T. Lu, L. 2022. In *Applied Sciences* (12), 1–23.

About the Authors:

Burshneva Svetlana G. State Hermitage. Dvortsovaya Naberezhnaya (Embankment), 34, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation; burshneva@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-5710-6875.

Osin Yuri N. State Hermitage. Dvortsovaya Naberezhnaya (Embankment), 34, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation; yury.osin@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8907-1352.

Chugunova Kseniia S. State Hermitage. Dvortsovaya Naberezhnaya (Embankment), 34, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation; askachu@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-0868-4630.

Ryabkova Tatiana V. Candidate of Historical Sciences, State Hermitage. Dvortsovaya Naberezhnaya (Embankment), 34, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation; ryabkova-tatyana@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7441-2372.

Urazaeva Yana R. Candidate Chemical Sciences, State Hermitage. Dvortsovaya Naberezhnaya (Embankment), 34, Saint Petersburg, 190000, Russian Federation; yana-hermitage@yandex.ru; ORCID: 0009-0002-5569-519.

Статья поступила в журнал 28.04.2025 г.

Статья принята к публикации 09.07.2025 г.

Авторы внесли равноценный вклад в работу

