

ВКЛЮЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ В ЗОЛОТЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ МОГИЛЬНИКА ХАНКАРИНСКИЙ ДОЛ (АЛТАЙ) *

Статья посвящена результатам рентгеноспектрального анализа золотых предметов, обнаруженных в процессе исследования курганов могильника пазырыкской культуры Ханкаринский Дол в Северо-Западном Алтае. Основное внимание уделено изделиям из золотой фольги, представленным преимущественно украшениями (аппликациями) костюмов. В фольге, кроме золота, выявлен значительный процент меди и серебра, а также впервые установлено присутствие в древних ювелирных изделиях Алтая минералов платиновой группы.

Ключевые слова: Алтай, пазырыкская культура, артефакты, рентгеноспектральный анализ.

Настоящая статья продолжает серию публикаций, посвященных результатам рентгеноспектрального анализа предметов, полученных в процессе исследования курганов пазырыкской культуры на могильнике Ханкаринский Дол [Дашковский и др., 2007; Дашковский, Тишкин, 2009]. Она направлена на дальнейшее изучение химического состава и минеральных включений в древних ювелирных изделиях. Изучение химических и структурных особенностей драгоценных сплавов, а также фиксация в них характерных минералов-примесей позволяет производить реконструкцию технологических приемов, применявшихся в металлообработке золота в древности, что способствует определению типа разрабатываемого месторождения вплоть до установления конкретного источника руд.

В процессе исследования был использован рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) с электронным зондом, предоставляющий возможность анализировать не-

большой участок образца, в котором при помощи сфокусированного пучка электронов (микроронда) возбуждается рентгеновское излучение. Полученный рентгеновский спектр содержит характеристические линии элементов. Качественный анализ проводится идентификацией по всплескам соответствующих длин волн на графиках [Рид, 2008]. Сравнение интенсивности линий образца с интенсивностями тех же линий в стандарте позволяет количественно определить содержание элементов.

Точность определения РСМА достигает 1%, относительный предел обнаружения массовой доли элемента в минерале – 10,1–10,3% в зависимости от определяемого элемента и условий анализа; пространственное разрешение ограничено, примерно 3–5 мкм. РСМА дает возможность исследовать не только приповерхностные, но и внутренние, практически не измененные части изделия, которые соответствуют первичному сплаву. Для некоторых предметов

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-06-00136), междисциплинарного и интеграционных проектов УрО РАН.

имеется возможность получения микрогеохимических карт, на которых четко фиксируются пространственные неоднородности распределения основных компонентов. Важным преимуществом РСМА является способность исследования индивидуальных включений, содержащихся в древних сплавах (кварц, олово, минералы платиновой группы и пр.), по особенностям состава которых можно судить о месте добычи золота [Zaykov et al., 2008].

С 2011 г. археологическая экспедиция Алтайского государственного университета под руководством одного из авторов статьи проводит изучение погребально-поминальных объектов на Чинетинском археологическом комплексе, расположенном в среднем течении р. Ини (приток Чарыша), около с. Чинета в Краснощековском районе Алтайского края. В процессе работ были исследованы как объекты собственно пазырыкской культуры, так и погребальные комплексы скифского времени с синкретичными (пазырыкская, саксакая) чертами. Примечательно, что курганы пазырыкской культуры сосредоточены на могильнике Ханкаринский Дол, в то время как объекты с синкретичными чертами выявлены на могильнике Чинета II, расположенном в той же долине, но ближе к краю террасы. В пределах некрополя Ханкаринский Дол курганы сгруппированы в две «цепочки» по линии юг – север с незначительными отклонениями. Всего в настоящее время на памятнике зафиксировано 29 объектов, но не исключено, что число курганов на могильнике больше – из-за мощного гумусного слоя их можно обнаружить только в процессе зондирования металлическим щупом грунта и вскрытия сплошным раскопом значительной площади. В западной части памятника раскопаны три (№ 1–3), а в восточной – 20 сооружений скифского времени (№ 4–13, 15–24). При этом два объекта (№ 20, 24) из двадцати трех носили ритуальный характер [Дашковский, 2011].

По периметру большинства курганов выявлены каменные кольцевые выкладки из более крупных камней. Диаметр сооружений составлял от 5 до 14,25 м, высота от 0,1 до 1 м. Под курганами находились грунтовые могильные ямы овальной формы, средняя глубина которых составляла 2–2,2 м, хотя в одном случае глубина могилы достигала 3,45 м. Внутримогильные конструкции

разнообразны: деревянная рама, колода, обкладка стенок могильной ямы камнями. Погребенные люди были уложены в могиле на правый бок, с подогнутыми ногами и ориентированы головой на восток или юго-восток. В пяти случаях зафиксированы вторичные захоронения, в том числе одно парное. В тринадцати курганах обнаружены сопроводительные захоронения лошадей. Животные были уложены на живот с подогнутыми ногами и ориентированы головой в том же направлении, что и человек.

В исследованных курганах найден разнообразный инвентарь: бронзовые чеканы, кинжал, нож, зеркала, гривны, обложенные золотой фольгой, железные ножи, костяной наконечник стрелы, керамические сосуды, аппликации из золотой фольги с головных уборов. Имеющиеся материалы позволяют определить хронологические рамки раскопанных курганов IV – началом III в. до н. э. Указанные хронологические рамки подтверждаются датировками, полученными с помощью радиоуглеродного метода [Тишкин, Дашковский, 2007].

В настоящей работе особое внимание уделяется изделиям из золота, обнаруженным в курганах № 12, 13, 15, 18. В круг рассматриваемых предметов входят золотая фольга, применявшаяся для обкладки деревянных псалиев (курган № 12), обкладка гривны (курганы № 13, 15, 18), зооморфные аппликации, нашивка и окантовка из фольги женского головного убора (курган № 15), восьмеркообразная проволочная серьга (курган № 15).

Как показали исследования, золото было расковано в фольгу до толщины 10–20 мк. Цвет металла – от блекло- до ярко-желтого, блеск сильный, металлический. На поверхности фольги в отдельных местах отмечены коричневатые пятна органического вещества (клей?), а также тонкие корки вторичных минералов меди (зеленые) и, реже, железа (буровато-коричневые). Поверхность в целом ровная, в отдельных местах ямчато-бугорчатая и морщинистая. Степень полировки хорошая. Количество царапин незначительное, они, как правило, неглубокие и ориентированы под различными углами, что исключает возможность использования валков для утончения поперечного сечения фольги.

Анализ состава золотых изделий проводился в Институте минералогии УрО РАН.

Результаты исследований представлены в табл. 1.

В фольге кроме золота обнаружено присутствие серебра и меди. Согласно полученным данным, для изготовления фольги использовались низкопробное (проба 600–699 ‰) и относительно низкопробное золото (проба 700–799 ‰). Для первого случая (фольга в кургане № 12) характерны в определенной степени низкая химическая инертность (тускнеет и изменяет цветовые характеристики на воздухе), повышенная твердость (способность противодействовать механическому воздействию, что объясняет отсутствие царапин на фольге) и меньшая пластичность (фольга легко рвется даже при незначительном надавливании). Более высокопробные сплавы (курган № 15) лучше полируются и легче поддаются обработке. Вместе с тем они сохраняют достаточную твердость и прочность [Вол, Каган, 1976].

Результаты замеров показали, что химический состав золотой фольги, покрывающей различные предметы в кургане № 15, по содержанию основных компонентов практически не различается. Это позволяет

предположить одновременность изготовления, специальную рецептуру сплава или единый источник металла.

В природе золото встречается, главным образом, в самородном виде, а также в виде твердых растворов с серебром (электрум, кюстелит) и медью (купроаурит). Содержание других элементов в самородном золоте, как правило, невелико и, для подавляющего большинства месторождений, не превышает 1 %. Природное медистое золото, в котором концентрации меди находятся в пределах 1–4 %, встречается достаточно редко и связано с месторождениями, локализованными в ультраосновных породах.

Пробность является важным геохимическим и типоморфным показателем золота, но она не всегда однозначно позволяет оценить принадлежность руд к определенному генетическому типу месторождения. Более важным критерием может служить выявление в золоте отдельных минералов-индикаторов. Присутствием в золотых изделиях включений минералов платиновой группы (МПГ) указывает на источник золота, связанный с ультрабазитами. Подобные иссле-

Таблица 1

Состав золотой фольги, применявшейся для обкладки изделий
(могильник Ханкаринский Дол) *

№ п/п	№ образца	Изделие	Кол-во анал.	Содержание, мас. %			Пробность, ‰
				Au	Ag	Cu	
1	Ха-12-1а	Обкладка псалий лошади № 1	6	<u>61,70–63,42</u> 62,74	<u>32,49–34,19</u> 33,10	<u>3,50–4,31</u> 3,85	629
2	Ха-15-1	Золотая фольга обкладки	3	<u>69,50–71,29</u> 70,27	<u>25,45–26,25</u> 25,83	<u>2,85–3,81</u> 3,43	706
3	Ха-15-6	Фольга с окантовки головного убора	4	<u>69,91–71,77</u> 71,08	<u>23,94–25,79</u> 24,52	<u>3,59–4,26</u> 3,99	713
4	Ха-15-7	Фольга с окантовки головного убора	4	<u>70,64–72,05</u> 71,33	<u>24,16–26,02</u> 25,03	<u>3,07–3,65</u> 3,32	716
5	Ха-15-8	Золотая нашивка на воротник одежды	3	<u>71,23–71,97</u> 71,51	<u>24,21–25,00</u> 24,73	<u>3,45–3,63</u> 3,55	717

* В числителе приведены минимальные и максимальные значения, в знаменателе – средние. Микроанализа. Прибор РЭММА-202М, ЭДС Link LZ-5, диаметр пучка 5 мкм, U 30 кV, стандарты – искусственные сплавы, аналитик В. А. Котляров. Под цифрой 1 приведены изделия, обнаруженные в кургане № 12; 2–5 – изделия из кургана № 15.

дования в настоящее время проведены для ряда археологических объектов Южного Урала [Зайков и др., 2010; Юминов и др., 2010]. Впервые присутствие в древних золотых изделиях МПГ было установлено Д. Уильямсом и Дж. Огденом [1995].

В мире известно около полусотни МПГ. Они представлены природными твердыми растворами с широким колебанием в содержании рутения, родия, палладия, осмия, иридия, платины и связаны с месторождениями золота. Для МПГ характерна высокая химическая инертность, сохраняющаяся даже при высоких температурах, а вариации химического состава минерала являются хорошим идентификационным признаком [Минералогия Урала, 1990]. Включения МПГ были выявлены при исследовании специальных полированных препаратов фрагментов золотой фольги. Включения размером от 2–5 до 8–10 мкм имеют удлиненную, близкую к линзовидной форму (рис. 1). Углы и поверхность зерен сглажены, выступы и грани отсутствуют, степень окатанности хорошая. Судя по внешнему виду включений, можно предположить, что материал добывался из россыпей. Россыпи представляют собой скопления зерен полезных минералов в рыхлых и сцементированных обломочных отложениях, возникших в результате разрушения горных пород и рудных месторождений. Данные о составе минеральных включений приведены в табл. 2.

Минералы сложены иридием, рутением и осмием. В отдельных зернах отмечено присутствие платины. По атомному соотношению Os (Осмий), Ru (Рутений), Ir (Иридий)

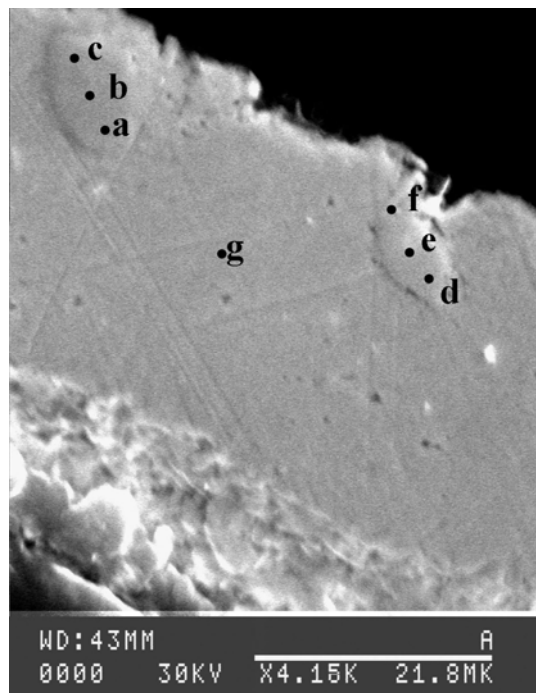


Рис. 1. Анализ золотой фольги, покрывающей гривну, из женского захоронения кургана № 15 (обр. Ха15-1): a, b, c – окатанные зерна рутения; d, e, f – окатанные зерна рутениридосмина (точки анализов) (снимок сделан растровым электронным микроскопом)

Таблица 2

Состав зерен минералов платиновой группы в золотых изделиях (могильник Ханкаринский Дол) *

№ п/п	№ образца	Кол-во анал.	Содержание, мас. %				Минерал	Кристаллохимическая формула
			Ir	Os	Ru	Pt		
1	Ха-15-1а	3	37,71	32,24	24,68	5,12	Рутений	$Ru_{0,38} Ir_{0,31} Os_{0,27} Pt_{0,04}$
2	Ха-15-1б	3	46,71	42,12	10,68	–	Рутениридосмин	$Ir_{0,43} Os_{0,39} Ru_{0,18}$
3	Ха-15-6	1	82,17	17,28	–	–	Иридий	$Ir_{0,82} Os_{0,18}$
4	Ха-15-7	1	30,17	35,75	30,24	3,03	Рутений	$Ru_{0,45} Os_{0,29} Ir_{0,24} Pt_{0,02}$
5	Ха-15-8	1	39,83	45,71	9,65	4,41	Осмий	$Os_{0,42} Ir_{0,37} Ru_{0,17} Pt_{0,04}$

* Анализы выполнены на приборе РЭММА-202М, ЭДС Link LZ-5, диаметр пучка 3 мкм, U 30 кV, стандарты – искусственные сплавы, аналитик В. А. Котляров.

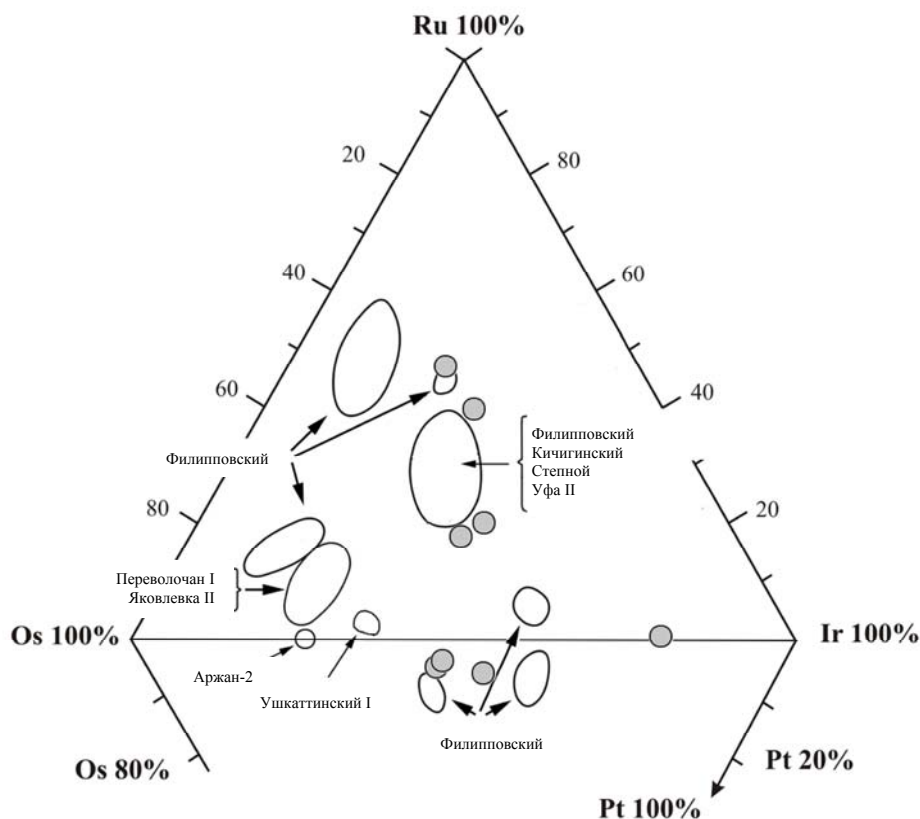


Рис. 2. Тройная диаграмма полей составов минералов платиновой группы в золотых изделиях из курганов Урала, Алтая и Тувы (серым цветом показаны результаты анализов включений из могильника Ханкаринский Дол)

в кристаллохимических формулах выделяются минералы трех типов:

- с преобладанием осмия (см. табл. 2, обр. 5); осмий иридино-рутенистый с преобладанием иридия над рутением в два раза и небольшим количеством платины;
- с преобладанием рутения (см. табл. 2, обр. 1, 4); рутений иридино-осмистый с преобладанием рутения, при близких значениях осмия и иридия и небольшом количестве платины;
- с преобладанием иридия; здесь выделено две разновидности – иридий осмистый, в котором отмечается значительное преобладание иридия над осмием (см. табл. 2, обр. 3), и иридий рутениево-осмистый; для последнего характерно преобладание иридия над осмием и несколько меньшее количество рутения (см. табл. 2, обр. 2).

Разнообразие состава включений свидетельствует об их кластогенной природе и о том, что источником металла являются рос-

сыпи, связанные с золотоносными гипербазитами.

Позиция минеральных разновидностей показана на треугольной диаграмме (рис. 2). Как видно из рисунка, большинство фигуративных точек анализов минералов из золотых украшений Ханкаринского Дола не попадают в поля, характерные для уральских и тувинских объектов. Возможно, на данной территории использовался собственный источник сырья, связанный с крупными разломами Алтае-Саянского региона. Вместе с тем наметились группы анализов, близкие к составу платиносодержащих включений из отдельных изделий Филипповских курганов, которые не имеют россыпных аналогов Урала, и, возможно, были принесены с других территорий.

В целом полученные результаты, несмотря на довольно ограниченное количество проведенных анализов, оказались весьма информативными. Впервые было установ-

лено присутствие включений минералов платиновой группы в древних золотых изделиях Алтая. Присутствие МПГ свидетельствует о непосредственной связи сырьевых источников с золотоносными гипербазитами, а морфологические особенности зерен говорят о добыче материала из аллювиальных (речных) россыпей. Химический состав золотой фольги соответствует самородному золоту.

Список литературы

Вол А. Е., Каган И. К. Строение и свойства двойных металлических систем. М.: Наука, 1976. Т. 3. 814 с.

Дашковский П. К. Предварительные итоги исследования курганов скифского времени на могильнике Ханкаринский Дол (Алтай) // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы междунар. конф. Иркутск, 2011. С. 160–163.

Дашковский П. К., Тишкин А. А. Новые результаты рентгенофлуоресцентного анализа некоторых металлических изделий пазырыкской культуры из могильника Ханкаринский Дол // Роль естественно-научных методов в археологических исследованиях. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2009. С. 268–271.

Дашковский П. К., Тишкин А. А., Хаврин С. В. Результаты спектрографического анализа металлических изделий из могильника пазырыкской культуры Ханкаринский Дол (Северо-Западный Алтай) // Алтае-Саянская горная страна и история освоения ее кочевниками. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2007. С. 202–206.

Зайков В. В., Зайкова Е. В., Юминов А. М. Включения осмия в древних золотых изделиях // Докл. РАН. 2010. Т. 432. № 1. С. 89–93.

Минералогия Урала. Элементы. Свердловск: Изд-во УрО РАН, 1990. 389 с.

Рид С. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. М.: Техносфера, 2008. 232 с.

Тишкин А. А., Дашковский П. К. Результаты радиоуглеродного датирования памятников пазырыкской культуры Ханкаринский Дол и Яломан III // Радиоуглерод в археологических и палеоэкологических исследованиях. СПб., 2007. С. 291–299.

Уильямс Д., Огден Дж. Греческое золото. Ювелирное искусство классической эпохи V–IV веков до н. э. СПб.: АО «Славия», 1995. 272 с.

Юминов А. М., Зайков В. В., Сиротин С. В., Хворов П. В., Котляров В. А. Состав золотых изделий из материалов погребений курганных могильников Переволочан I, Переволочан II и одиночного кургана Яковлевка II // Уральский минералогический сборник. Миасс; Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2010. № 17. С. 153–161.

Zaykov V. V., Yuminov A. M., Tairov A. D., Zdanovich D. G., Churin Eu. I., Kotlyarov V. A., Zaykova E. V. The Composition of Gold and Silver Objects from the South Urals Burial Mounds // Geoarchaeology and Archaeomineralogy. Sofia: Publishing Hous «St. Ivan Rilski», 2008. P. 239–243.

Материал поступил в редколлегию 01.02.2012

P. K. Dashkovskiy, A. M. Uminov

INCLUSIONS OF PLATINUM GROUP MINERALS IN GOLDEN PRODUCTS FROM THE BURIAL GROUND HANKARINSKY DOL (ALTAI)

In the process of research there has been established the presence of inclusions of platinum group minerals in ancient golden products from burial mounds Hankarinsky Dol, which refer to Pazyryk culture of Altai. The presence of platinum group minerals is an evidence of a direct connection of raw sources with auriferous ultra basic rocks, and morphological features of grains speak about extraction of materials from alluvial (river) scatterings. The chemical compound of a golden foil from burial mounds corresponds to native gold.

Keywords: Altai, Pazyryk culture, artifacts, X-ray spectrum analysis.