

УДК 542.907:902/904

B.B. Зайков, Е.В. Зайкова, В.А. Котляров

Институт минералогии УрО РАН

Ильменский заповедник, Миасс, Челябинская обл., 456317, Россия

E-mail: zaykov@mineralogy.ru; zaykova@mineralogy.ru; kotlyarov@mineralogy.ru

## «ОСМИЕВЫЙ СЛЕД» ПО МИНЕРАЛЬНЫМ ВКЛЮЧЕНИЯМ В ДРЕВНИХ ЗОЛОТЫХ ИЗДЕЛИЯХ\*

Установлены микровключения минералов группы осмия в золоте, из которого изготовлены изделия Урала, относящиеся к XV в. до н.э. – IX в. н.э. Все они входят в высокотемпературную иридиевую подгруппу. Разнообразие состава и морфологии свидетельствует о россыпной природе включений. Источниками минералов являются россыпи, связанные с ультрабазитами крупных разломов Уральского складчатого пояса. Определена возможность выявления минералов осмия в золоте древних изделий, тяготеющих к ультрабазитовым зонам Южной Сибири, Кавказа, Малой Азии и других регионов. После получения дополнительных анализов платиноидов из россыпей и коренных местонахождений можно будет очертить «осмиеевые пути» распространения золотых изделий.

Ключевые слова: микровключения, осмий, микрозондовый анализ, курганы, Урал, «осмиеевый след», бронзовый век, скифы, ультрабазиты, золотые изделия, россыпи.

### Введение

В археологических исследованиях особое место занимает определение связей древних обществ, образно именуемых «путями» контактов, обмена: лазуритовый, янтарный, обсидиановый и др. Основой для анализа являются изделия из редких минералов и горных пород, месторождения которых хорошо известны. Использование в археологии результатов минералого-геохимического изучения таких находок позволяет проследить не только названные «пути», но и географию древних изделий, установить по составу металлических изделий их источники и пути распространения [Черных, 1970]. Так, по минеральным включениям в золотых изделиях оказалось возможным выделить «осмиеевый след», который может указать источники золота.

К группе самородного осмия по принятой минералогической номенклатуре [Harris, Cabri, 1991] от-

носятся минералы из семейства платиноидов. Они являются твердыми растворами Os, Ir, Ru и характеризуются переменным составом, но имеют единую структуру, отличную от структуры других минералов этого семейства. Далее все входящие в группу самородного осмия минералы будем называть самородным осмием или просто осмием.

Одними из первых о присутствии в древних золотых изделиях включений самородного осмия упомянули Д. Уильямс и Дж. Огден [1995]: в характеристике изделий греческих мастеров они отметили присутствие крупиц осмия, которое затрудняло изготовление тонкого золотого листа и проволоки малого диаметра. Однако дополнительных данных о наличии подобных включений в металле древних изделий пока нет.

Цель статьи – выявить пути распространения древнего золота по включениям самородного осмия в металле драгоценных изделий на материалах Урала. Были исследованы предметы, обнаруженные А.Д. Таировым, Д.Г. Здановичем, В.В. Ткачевым, А.Н. Султановой на уральских археологических памятниках (рис. 1). Анализировались образцы размером 1–5 мм,

\*Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект 08.06.00136; 10-06-96009-р\_урал\_a), междисциплинарного и интеграционных проектов УрО РАН.

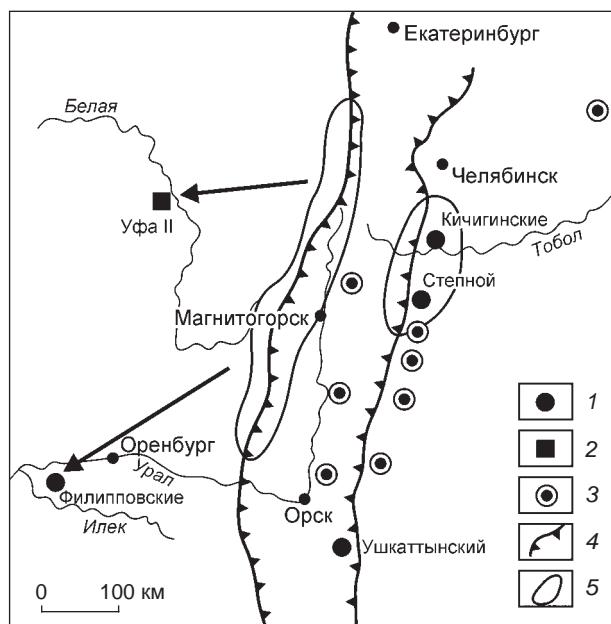


Рис. 1. Схема расположения исследованных археологических памятников на Южном Урале.

1, 2 – памятники, на которых обнаружены золотые изделия с включениями осмия (1 – могильники и курганы; 2 – городища); 3 – курганы, в материалах которых не установлены включения осмия; 4 – глубинные разломы с телами гипербазитов; 5 – ареалы главных золотоносных россыпей [Золото Урала..., 1993]. Стрелками показано направление «осмивых путей» древнего золота.

вырезанные из золотых изделий. Золото после промывки в щелочах и кислотах наклеивалось на электропроводящий скотч или включалось в эпоксидную смолу с последующей полировкой и углеродным напылением. При съемке неполированной фольги были получены более рельефные изображения включений во вторичных электронах. После изучения металла оптическими методами выбирались места для микрозондового анализа с диаметром пучка 1–3 мк. Опре-

деление состава металла проводилось с помощью электронных микроскопов РЭММА-202М, JEOL-733 и JSM-6460LV (операторы В.А. Котляров, Е.И. Чурина и О.В. Самойлова).

### Распространение, морфология, состав включений и вмещающего золота

К настоящему времени включения самородного осмия в золотых изделиях установлены в 5 из 14 курганов и городищ, обследованных на территории от среднего течения р. Урала до верховьев р. Тобола. Археологические памятники, по данным авторов раскопок, относятся к XV в до н.э. – IX в. н.э.

Золото, вмещающее осмий, имеет существенные различия по составу (табл. 1), которые свидетельствуют о разных источниках и разной технологии получения металла. Высокой пробностью отличается золото Филипповского могильника: в нем отмечено минимальное содержание серебра и меди. Возможно, этот металл был подвергнут рафинированию. В золотых предметах из Степного кургана соотношения золота и серебра близки к таковым в минералах золото-колчеданно-полиметаллических руд [Зайков и др., 2001, с. 198]. Пробы из изделий, найденных в кургане Кичигинского могильника и на городище Уфа II, показывают довольно высокие концентрации меди (3–6 %), выходящие за рамки содержаний в естественном золоте. Содержания серебра варьируют в пределах 22–32 %. Полученные данные говорят о возможной принадлежности этого металла к искусственным сплавам Au+Ag+Cu.

Наиболее значительные включения самородного осмия выявлены в инкрустации железного меча из курга № 4 Филипповского могильника. В последние годы объект исследовался Л.Т. Яблонским [2008]. В инкрустации установлены и проанализированы

Таблица 1. Состав золота, вмещающего включение осмия, в находках из археологических памятников Урала и Сибири, %

№ п/п	Предмет	Памятник	№ пробы	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Сумма	Дата
1	Инкрустация меча	Филипповский № 4	7-1	11	97,52	0,82	1,29	99,63	V–IV вв. до н.э.
2	Спираль	Уфа II	UGO-12-3	6	63,10	31,18	5,41	99,69	VII–IX вв. н.э.
3	Фольга	Кичигинский № 3	МЯ5–бр	6	72,68	23,23	3,95	99,86	IV в. до н.э.
4	»	Кичигинский № 5	7 к	4	71,52	24,37	3,79	99,68	IV в. до н.э.
5	Подвеска	Степной	1637ab	5	86,28	12,13	0,89	99,30	XIV–XV вв. до н.э.
6	»	Ушкатьинский	Ук7	3	77,24	18,26	5,39	100,89	XIII–XV вв. до н.э.

Примечания. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на микроанализаторе JEOL-733, оператор Е.И. Чурина. Предмет № 1 – из коллекции Л.Т. Яблонского, № 2 – А.Н. Султановой, № 3, 4 – А.Д. Таирова, № 5 – Д.Г. Задновича, № 6 – В.В. Ткачева.

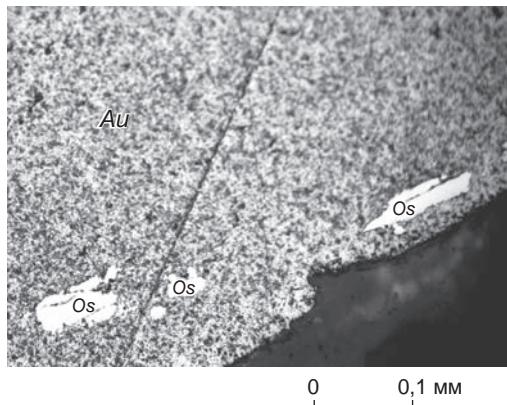


Рис. 2. Включения осмия в полированном шлифе (проба № 7). Филипповский могильник, кург. № 4. Отраженный свет, ширина снимка 0,6 мм. Видно расщепление округлого зерна у края снимка.

16 зерен осмия округлой, удлиненной и треугольной формы размером по длиной оси 40–200 мк. Округлые зерна раздроблены или расщеплены по спайности (рис. 2, 3).

В золотой спирали из городища Уфа II [Мажитов, Сунгатов, Султанова, 2007] выявлено зерно округлой формы. В нем намечаются трещинки скола, разделяющие зерно на два индивида, которые несколько отличаются по составу (табл. 2). Предполагается, что это фрагмент сростка.

В золотых изделиях из курганов Кичигинского могильника [Таиров, Боталов, Плещанов, 2008] определено четыре зерна округлой формы. Три из них (одно размером 45×20 мк, два, примыкающие к нему, более мелкие) установлены в золотой фольге, покрывающей браслет из кург. № 3 (рис. 4), состав индивидов различен (табл. 2). Четвертое зерно, размером 5×20 мк, обнаружено в фольге, наложенной на деревянный сосуд из кург. № 7.

В золотой фольге из Степного кургана, покрывающей спиралевидную подвеску диаметром 0,7–1,5 см, выявлено пластинчатое зерно осмия [Zaykov et al., 2008]. Оно состоит из трех соприкасающихся индивидов и разбито на две части. Толщина включений 6–7, длина 25–40 мк (рис. 5).

В Ушкаттынском кургане, исследованном В.В. Ткачевым, установлено зерно осмия формы, близкой к призматической, размером 4×9 мм. Оно расположено поперек уплотнения золотой фольги, содержащей мелкие включения меди.

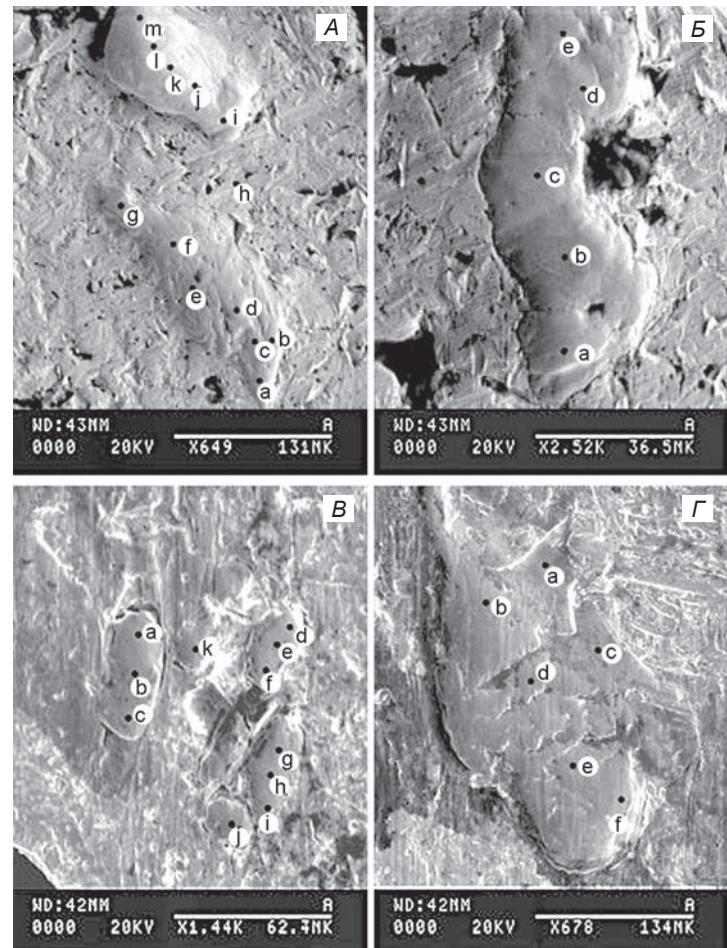


Рис. 3. Включения осмия во вторичных электронах (проба № 7, неполированная фольга). Филипповский могильник, кург. № 4.  
 А – № 10 (анализы a–g), 11 (анализы i–m); Б – № 12 (анализы a–e);  
 В – № 13 (анализы a–k); Г – № 14 (анализы a–f).

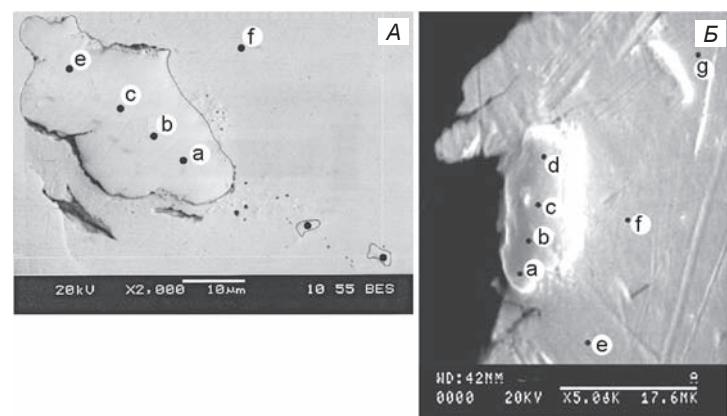


Рис. 4. Включения осмия во вторичных электронах (проба № 5, полированный шлиф). Кичигинский могильник, кург. № 3.  
 А – № 20 (анализы a–e); 21 (анализы 5–3); 22 (анализы 5, 4);  
 Б – № 23 (анализы a–f).

Таблица 2. Состав включений осмииевых минералов в древних золотых изделиях

№ вклю- чения	Кол-во анализов	Среднее содержание, мас. %					Формула
		Os	Ir	Ru	Pt	Сумма	
1	6	45,76	36,10	17,45	—	99,31	$Os_{0,40} Ir_{0,31} Ru_{0,29}$
2	10	34,54	29,30	27,66	8,06	99,56	$Ru_{0,42} Os_{0,28} Ir_{0,24} Pt_{0,06}$
3	7	35,28	29,20	27,63	7,36	99,47	$Ru_{0,42} Os_{0,29} Ir_{0,23} Pt_{0,06}$
4	1	57,58	14,82	27,02	—	99,42	$Os_{0,47} Ru_{0,41} Ir_{0,12}$
5	8	56,88	17,04	25,57	—	99,49	$Os_{0,47} Ru_{0,39} Ir_{0,14}$
6	7	55,07	8,97	35,42	—	99,46	$Ru_{0,51} Os_{0,42} Ir_{0,07}$
7	5	32,67	53,85	3,43	9,50	99,45	$Ir_{0,53} Os_{0,32} Pt_{0,05} Ru_{0,06}$
8	6	45,03	20,56	33,93	—	99,52	$Ru_{0,49} Os_{0,35} Ir_{0,16}$
9	7	37,23	29,91	26,88	5,58	99,60	$Ru_{0,41} Os_{0,30} Ir_{0,24} Pt_{0,05}$
10	5	35,12	58,52	2,26	3,63	99,53	$Ir_{0,57} Os_{0,35} Ru_{0,04} Pt_{0,04}$
11	5	56,53	10,16	32,78	—	99,47	$Ru_{0,48} Os_{0,44} Ir_{0,08}$
12	5	37,74	56,05	5,87	—	99,66	$Ir_{0,53} Os_{0,36} Ru_{0,11}$
13	11	77,44	14,23	8,00	—	99,67	$Os_{0,73} Ru_{0,14} Ir_{0,13}$
14	6	40,32	38,13	17,28	3,80	99,53	$Os_{0,35} Ir_{0,33} Ru_{0,29} Pt_{0,03}$
15	5	35,83	53,34	2,85	7,59	99,61	$Ir_{0,52} Os_{0,36} Ru_{0,05} Pt_{0,07}$
16	8	38,99	42,80	17,71	—	99,50	$Ir_{0,37} Os_{0,34} Ru_{0,29}$
17	4	44,25	41,83	13,40	—	99,48	$Os_{0,40} Ir_{0,37} Ru_{0,23}$
18	2	47,85	37,34	14,92	—	100,00	$Os_{0,42} Ir_{0,33} Ru_{0,25}$
19	4	49,62	36,82	14,02	—	100,46	$Os_{0,44} Ir_{0,32} Ru_{0,24}$
20	1	1,48	78,43	12,47	—	100,00	$Ir_{0,76} Ru_{0,23} Os_{0,01}$
21	1	13,79	22,06	36,15	—	99,99	$Ru_{0,66} Ir_{0,21} Os_{0,131}$
22	4	46,23	11,82	41,53	—	99,58	$Ru_{0,57} Os_{0,34} Ir_{0,09}$
23	6	40,78	40,56	18,38	—	99,72	$Os_{0,35} Ir_{0,35} Ru_{0,30}$
24	5	39,43	41,74	18,28	—	99,45	$Ir_{0,36} Os_{0,34} Ru_{0,30}$
25	3	64,82	34,11	0,47	—	99,40	$Os_{0,65} Ir_{0,34}$

Примечания. Включения 1–16 из пробы № 7 (Филипповский могильник, кург. № 4, коллекция Л.Т. Яблонского); 17, 18 – из пробы № УП-Г012-3 (поселение Уфа II, коллекция А.Н. Султановой); 19–21 – из пробы № 5 (Кичигинский могильник, кург. № 3, коллекция А.Д. Таирова); 22 – из пробы № 7 (Кичигинский могильник, кург. № 5, коллекция А.Д. Таирова); 23, 24 – из пробы № 1637 (кург. Степной, коллекция Д.Г. Здановича); 25 – из пробы УК-7 (курган Ушкаттынский, коллекция В.В. Ткачева).

Анализы № 1–19, 23–25 выполнены оператором В.А. Котляровым, микрозонд РЭММА-202М; № 20, 21 – О.В. Самойловой, микрозонд JSM-64601 LV; № 26 – Е.И. Чуриным, микрозонд JEOL-733.

Прочерк – менее предела чувствительности (0,5 %).

Установлен большой разброс значений содержания осмия (табл. 2; рис. 6, 7). Нами используется номенклатура [Harris, Cabri, 1991] с добавлением определения, состоящего из названий сопутствующих элементов (рутенистый, иридистый, осмистый). Такой прием реализован Ю.С. Кобяшевым и С.Н. Никандровым [2007] при характеристике соответствующих минералов Урала.

По атомному соотношению Os, Ru, Ir в кристаллохимических формулах выделяются зерна трех типов (табл. 2):

1-й – с преобладанием Os

1а – осмий: резкое преобладание Os при низком содержании Ru и Ir (№ 13, 24); 1б – осмий рутенистый с иридием: содержание Os ок. 50 ат. %, преобладание Ru над Ir примерно в 2,8–3,4 раза (№ 4, 5); 1в – осмий рутенисто-иридистый: осмия 35–50 %, небольшое преобладание Ir над Ru, иногда значения примерно равны (№ 1, 14, 17–19, 23, 26, 28); 1г – осмий иридистый: преобладание Os над Ir, рутения мало (№ 25, 27, 28).

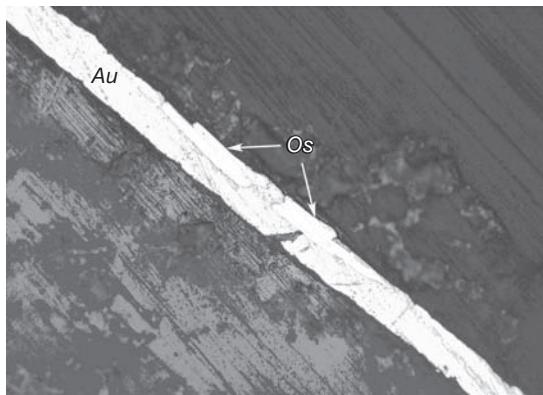


Рис. 5. Зерна осмия в полированном шлифе 1637. Курган Степного могильника. Отраженный свет, ширина снимка 0,2 мм. Видно пластинчатое строение двух зерен.

2-й – с преобладанием Ru  
 2а – рутений иридисто-осмистый: преобладание Ru, близкие значения Os и Ir (№ 2, 3, 9);  
 2б – рутений осмистый с иридием: преобладание Ru, значительное преобладание Os над Ir (№ 6, 8, 11, 22); 2в – рутений иридистый с осмием: преобладание Ru, заметное содержание Ir и малое Os (№ 21).

3-й – с преобладанием Ir  
 3а – иридий рутенистый с ничтожной примесью осмия (№ 20); 3б – иридий осмистый с рутением: преобладание Ir, значительное содержание Os и небольшое Ru (№ 7, 10, 12, 15);  
 3в – иридий рутениево-осмистый: преобладание Ir, значительное содержание и Os, и Ru, осмия несколько больше (№ 16, 24).

Платина присутствует в трех пробах с преобладанием рутения (№ 2, 3, 9) и трех пробах с преобладанием иридия (№ 7, 10, 15). Платина встречена только в одной пробе с преобладанием осмия (№ 14).

Позиция минеральных разновидностей и выделенных полей составов осмия показана на рис. 7 и 8. Большинство фигуративных точек анализов осмия из древних золотых украшений Урала попадают в поле IV, расположенное в центре площади, куда попали точки анализов осмия местных россыпей. К этому полю относятся данные по Филипповскому и Кичигинскому могильникам, Степному и Ушкатынскому курганам, а также городищу Уфа II. Очевидна связь осмия из золотых изделий и местного россыпного материала. Обозначились также три группы результатов анализов, проведенных для предметов из Филипповского могильника (поля I–III), для которых россыпные аналоги пока не выявлены.

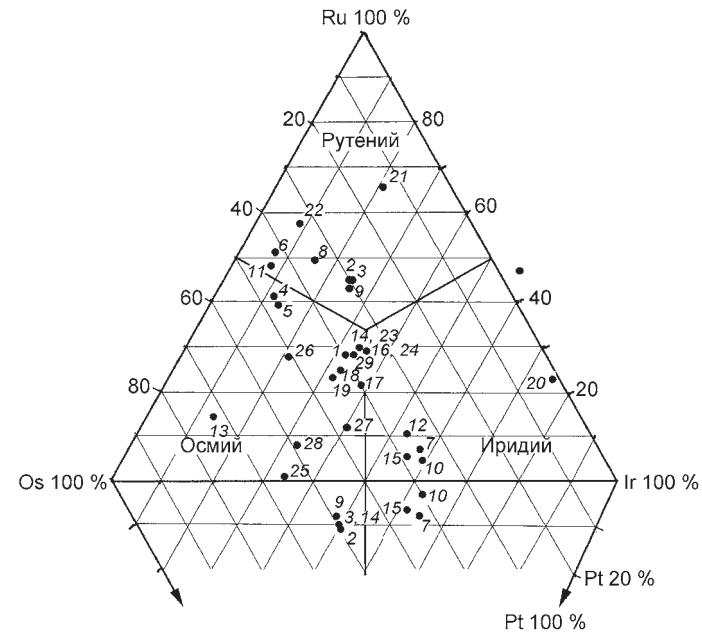


Рис. 6. Тройная диаграмма составов минералов осмия в золотых изделиях из курганов Южного Предуралья и Восточного Зауралья. Цифрами обозначены номера включений, приведенные в табл. 2.

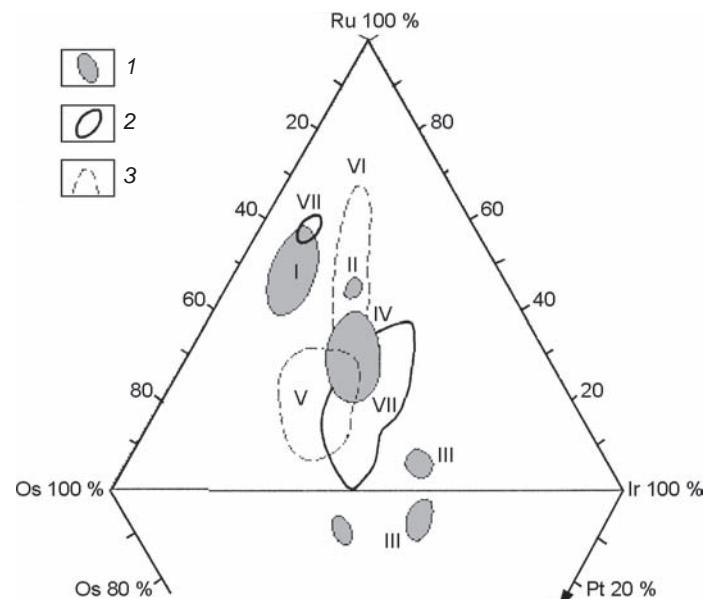


Рис. 7. Тройная диаграмма полей составов минералов осмия в золотых изделиях из курганов и в поселениях Южного Урала и в источниках металлов.

1 – в золотых изделиях из памятников Южного Урала; 2 – в коренных проявлениях Среднего Урала; 3 – в россыпях Урала.  
 Поля составов минералов в археологических памятниках: I–III – Филипповский могильник, кург. № 4; IV – Филипповский, Кичигинский могильники и поселение Уфа II.  
 Поля составов зерен из россыпей золота: V – Южный Урал (Учалинский р-н, коллекция В.А. Кадикова); VI – Полярный Урал; VII – Средний Урал [Минералогия Урала..., 1990; Иванов, 1944].

## Обсуждение результатов

Оценим вероятные источники золота, из которых были изготовлены исследованные изделия. Для понимания общей ситуации целесообразно дать краткую сводку по месторождениям благородных металлов региона.

Совместное нахождение самородных золота и осмия установлено в россыпных месторождениях, локализованных вдоль выходов на поверхность глубинных разломов на всех континентах [Золото Урала..., 1993; Сazonov и др., 2001]. Такая связь обусловлена тем, что к названным структурам приурочены внедрения глубинных магматических пород – гипербазитов, содержащих платиноиды.

Сведения об осмииевой минерализации в гипербазитах Урала наиболее детально рассмотрены в монографиях [Иванов, 1944; Платинометальное оруденение..., 2001]. Выделены коренные проявления осмистого иридия в хромитоносных перидотитах Восточно-Тагильского и Верх-Нейвинского массивов. В хромитовых рудах Нуралинского массива на Южном Урале выявлена сульфидно-осмииевая минерализация. При разрушении коренных выходов осмийсодержащих пород осмий попадает в рыхлые отложения и концентрируется в россыпях.

История древней золотодобывающей промышленности Урала рассмотрена в ряде работ [Иессен, 1948; Марфунин, 1987; Шумихин, Волгин, 2008]. Типичные месторождения коренного золота на Урале имеют запасы 5–20 т, а наиболее крупные – до 300 т. Запасы россыпных месторождений, из которых поступала часть золота для изготовления украшений, на порядок меньше, но общее число месторождений ок. 1 тыс. По оценке А.С. Марфунина [1987], в царское время общее количество добытого и учтенного россыпного золота составило ок. 650 т. В советский период этот показатель равнялся приблизительно 300 т. С известной оговоркой можно считать, что на Урале было добыто ок. 1 тыс. т россыпного металла.

Минералы осмия из россыпных месторождений золота добываются на Урале, в Сибири, Турции, Болгарии, Калифорнии, Канаде, Тасмании [Иванов, 1944; Craddok, 2000; Tsintsov, 2001]. Закономерно присутствие в золотых изделиях из россыпного материала зерен осмия. Они не затронуты плавлением, испытали лишь деформации и расщепление при обработке золота, например, при ковке фольги (см. рис. 5).

На Южном Урале выделяются два крупных разлома – Главный Уральский и Восточно-Уральский. За счет тел гипербазитов, локализованных в первом разломе, образовались россыпи в долинах рек Миасс, Кизиль, Таналык, Сакмары и их притоков, дренирующих на протяжении 600 км Главный Уральский разлом, и приуроченные к нему золотоносные структуры [Золо-

то Урала..., 1993; Сазонов и др., 2001]. На этом отрезке находятся Карабашский, Миасский, Миндякский, Баймакский рудные и россыпные районы, в которых обнаружены минералы группы осмия. В россыпях установлены многочисленные самородки золота, в т.ч. самый крупный в России «Большой треугольник» [Годовиков, 1975]. Самородки довольно внушительных размеров, весом до 36 кг; залегают они в россыпях гнездами общим весом в десятки и сотни килограммов. Не удивительно, что яркие золотые камни привлекали внимание наших предков. Главный Уральский разлом – золотоносная структура – расположен наиболее близко к Филипповскому могильнику и городищу Уфа II.

В Зауралье коренные и россыпные месторождения известны в Кочкарском, Джетыгаринском и Кумакском рудных районах [Золотоносность Урала..., 2005, с. 78, прил. 1]. В россыпях Кочкарского района также установлено присутствие осмистого иридия, который образует зерна светло-серебристого цвета [Колисниченко, Попов, 2008]. Кроме того, в россыпях присутствует иридий рутениево-осмииевый с содержанием (масс. %): Ir 80, Os 15, Ru 5. Это дает основание полагать, что источником самородного осмия в изделиях из Кичигинских и Степного курганов являлись гипербазиты Восточно-Уральского разлома.

Имеющиеся данные позволяют наметить «путь» распространения золота для изготовления ювелирных украшений с Южного Урала в юго-западном направлении до Уфы и Филипповских курганов (Южное Предуралье). Протяженность этого участка примерно 200–300 км, но «путь» мог иметь продолжение до бассейна Волги. Источник сырья для золотых изделий из курганов Дона и Поднепровья, как и изделий из мышьяковой бронзы [Селимханов, 1970], находился, возможно, на Кавказе.

В горах Южной Сибири гипербазиты отмечены в Каахемском, Куртушибинском, Борусском, Северо-Саянском разломах. В пределах последних обнаружен осмий [Агафонов и др., 2005, с. 115], который по составу близок к минералу, выявленному, по данным А.М. Юминова, в золотых изделиях кургана Аржан II [Чугунов, Парцингер, Наглер, 2004]. Аналогичные рудоносные гипербазиты известны на Кавказе, в Малой Азии и Болгарии, где отмечены и многочисленные россыпи. Исследование состава золотых изделий из памятников, обнаруженных вблизи них, должно помочь выявлению новых включений осмия. Каждая информация такого рода будет расширять знания о направлениях контактов древних обществ.

## Заключение

Установлено широкое распространение включений минералов группы осмия в золотых изделиях Урала,

относящихся к XV в. до н.э. – IX в. н.э. Разнообразие состава и морфология свидетельствуют об обломочной природе этих включений. Источниками металла являются россыпи, связанные с гипербазитами крупных разломов Уральского складчатого пояса. Для определения конкретных источников металла необходимо получить платиноиды из россыпей и коренных местонахождений и провести детальные минералого-геохимические и изотопные исследования минералов. После выполнения такой работы можно будет более уверенно установить «осмисевые пути» распространения золотых изделий.

### Благодарность

Авторы благодарны за помощь и консультации А.М. Юминову, Е.И. Чурину, Г.Г. Михайлову, О.В. Самойловой, Е.В. Белогуб, И.Г. Михайлову, Л.Т. Яблонскому, М.С. Шемаханской, А.Д. Таирову, Д.Г. Здановичу, В.В. Ткачеву, В.К. Чугунову, В.И. Гуляеву.

### Список литературы

**Агафонов Л.В., Лхамсурэн Ж., Кужугет К.С., Ой-дуп Ч.К.** Платиноносность ультрамафит-мафитов Монголии и Тувы. – Уланбаатар: Изд-во Монгол. гос. ун-та науки и технологий, 2005. – 224 с.

**Годовиков А.А.** Минералогия. – М.: Недра, 1975. – 520 с.

**Зайков В.В., Масленников В.В., Зайкова Е.В., Херрингтон Р.** Рудно-формационный и рудно-фациальный анализ колчеданных месторождений Уральского палеоокеана. – Миасс: УрО РАН, 2001. – 315 с.

**Золото Урала.** Россинные месторождения / ред. В.А. Коротеев, Б.А. Попов. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. – 134 с.

**Золотоносность Урала.** Объяснительная записка к карте коренной золотоносности Урала масштаба 1:1 000 000 / ред. А.И. Кривцов. – М.: Центр. науч.-исслед. геолого-развед. ин-т, 2005. – 144 с.

**Иванов А.А.** Месторождения осмистого иридия. – Свердловск: Изд-во АН СССР, 1944. – 88 с.

**Иессен А.А.** О древней добыче золота на Урале // Двести лет золотой промышленности Урала. – Свердловск: Изд-во Ур. филиала АН СССР, 1948. – С. 112–126.

**Кобяшев Ю.С., Никандров С.Н.** Минералы Урала. – Екатеринбург: Квадрат, 2007. – 312 с.

**Колисниченко С.В., Попов В.А.** «Русская Бразилия» на Южном Урале. – Челябинск: Санарка, 2008. – 528 с.

**Мажитов Н.А., Сунгатов Ф.А., Султанова А.Н.** Средневековый город Башкорт (Уфа) // Вестн. АН РБ. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 39–44.

**Марфунин А.С.** История золота. – М.: Наука, 1987. – 245 с.

**Минералогия Урала.** Элементы / ред. Н.П. Юшкин. – Свердловск: УрО РАН, 1990. – 389 с.

**Платинометальное оруденение** в геологических комплексах Урала / ред. В.А. Коротеев, К.К. Золоев. – Екатеринбург: Департамент природ. ресурсов по Урал. региону, 2001. – 199 с.

**Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А.** Месторождения золота Урала. – Екатеринбург: Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2001. – 622 с.

**Селимханов И.Р.** Разгаданные секреты древней бронзы. – М.: Наука, 1970. – 135 с.

**Таиров А.Д., Боталов С.Г., Плещанов М.Л.** Исследования курганных могильника Кичигино в 2007 году (предварительные результаты) // Ранние кочевники Волго-Уральского региона. – Оренбург: Изд-во Оренбург. гос. пед. ун-та, 2008. – С. 139–145.

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

**Черных Е.Н.** Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. – М.: Наука, 1970. – 180 с.

**Чугунов К.В., Парцнгер Г., Наглер А.** Золотые звери из долины царей. – СПб.: Гос. Эрмитаж, 2004. – 24 с.

**Шумихин Е.В., Волгин В.А.** Из истории золотодобычи на Южном Урале. – Челябинск: Крокус, 2008. – 151 с.

**Яблонский Л.Т.** Новые раскопки Филипповского могильника и проблема формирования раннесарматской культуры Южного Приуралья // Ранние кочевники Волго-Уральского региона. – Оренбург: Изд-во Оренбург. гос. пед. ун-та, 2008. – С. 170–176.

**Craddock P.T.** The Platinum Group Element Inclusion // King Croes' Gold. – L.: British Museum Press, 2000. – P. 238–244.

**Harris D., Cabri L.** Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // Can. Min. – 1991. – Vol. 29. – P. 231–237.

**Tsintsov Z.** Genetically indicative features of Pt-Fe and Os-Ir-Ru alloy crystals from placers in SW Bulgaria // Geochemistry, mineralogy and petrology. – 2001. – N 38. – P. 35–44.

**Zaykov V.V., Yuminov A.M., Tairov A.D., Zdanovich D.G., Churin Yu.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 House «St. Ivan Rilski», 2008. – P. 239–243.