

Российская академия наук Уральское отделение
Институт минералогии

В.В. Зайков, А.М. Юминов, Е.В. Зайкова, А.Д. Таиров

ОСНОВЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ

Миасс
2012

УДК 55+930

Основы геоархеологии. В.В. Зайков, А.М. Юминов,
Е.В. Зайкова, А.Д. Таиров, под ред. профессора
В.В. Масленникова.– 263 с.

Монография посвящена применению геологических знаний в археологических исследованиях. Такое взаимодействие наук является велением времени и активно развивается во многих странах. На примере работ Института минералогии Уральского отделения Российской академии наук и Южно-Уральского государственного университета показаны приемы и результаты совместных исследований. Они начались с изучения горных пород, применявшихся в прошлом, продолжились открытиями древних рудников, а в последнее время коснулись изучения металлических изделий. В золотых украшениях, найденных в курганах, выявлены микровключения платиноидов, попавших из россыпей. В книге, кроме «уральского» материала, широко используются сведения, полученные в геологических экспедициях на территории Центральной Азии и Европы. Показаны методические приемы использования петрографических, минералогических и минераграфических исследований для определения источников минерального сырья, использовавшегося древними металлургами.

Монография предназначена для специалистов в области геологии и археологии, студентов ВУЗов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (Зайков В.В., Таиров А.Д.).....	5
Глава 1. МЕТОДЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ (Юминов А.М., Зайкова Е.В.).....	8
1.1. Геоархеология и смежные науки.....	8
1.2. Минералогические исследования для целей археологии.....	10
1.3. Геоархеология в истории горного дела.....	11
Глава 2. ПРОФЕССИИ ГОРНЫХ ПОРОД (Зайков В.В., Юминов А.М.).....	24
2.1. Сложение и свойства горных пород.....	24
2.2. Изучение петрофонда археологических памятников.....	30
2.3. Петрофонд каменной индустрии Ю. Урала.....	33
2.4. Петрофонд административно-культурного комплекса Гонур Деле (Туркменистан).....	58
Вопросы.....	62
Глава 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОЦВЕТОВ В ДРЕВНОСТИ (Зайков В.В., Зайкова Е.В., Таиров А.Д.).....	63
3.1. Лазурит.....	63
3.2. Янтарь.....	65
3.3. Нефрит.....	69
3.4. Обсидиан.....	70
3.5. Уральские бусы и драгоценности из самоцветов.....	72
Вопросы.....	73
Глава 4. ДРЕВНИЕ МЕДНЫЕ РУДНИКИ ЕВРАЗИИ (Зайков В.В., Юминов А.М.).....	74
4.1. Основные минералы и месторождения меди.....	74
4.2. Медные рудники Европы.....	78
4.3. Медные рудники Азии.....	94
Вопросы.....	114
Глава 5. СОЮЗНИКИ МЕДИ (Зайков В.В.).....	115
5.1. Минералы и месторождения союзников меди – мышьяка, сурьмы, никеля, олова, свинца.....	115
5.2. Добыча руд мышьяка, сурьмы, никеля.....	118
5.3. Добыча руд олова.....	123
5.4. Добыча свинцовых руд.....	132
Вопросы.....	137

Глава 6. ХРОМИТСОДЕРЖАЩИЕ ШЛАКИ И РУДЫ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ МИКРОРАЙОНАХ ЮЖНОГО УРАЛА (Зайков В.В., Юминов А.М.)	138
6.1. Минеральные включения в древних шлаках и металлах.....	138
6.2. Шлаки и руды Ишкининского археологического микрорайона ...	140
6.3. Шлаки и руды археологического микрорайона Каменный Амбар	165
6.4. Сопоставление хромитов из шлаков и руд «Страны городов».....	169
Вопросы.....	170
 Глава 7. МИНЕРАЛЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (Зайков В.В., Таиров А.Д., Юминов А.М., Зайкова Е.В.)	171
7.1. Минералы золота и серебра.....	171
7.2. Минералы платиноидов	172
7.3. Месторождения золота и серебра	173
7.4. Месторождения платиноидов.....	176
7.5. Добыча благородных металлов в древности.....	178
Вопросы.....	180
 Глава 8. СОСТАВ ЗОЛОТА И ВКЛЮЧЕНИЙ ОСМИЯ В ЗОЛОТЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ЮЖНОГО УРАЛА (Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В.)	181
8.1. Золотоносные курганы Южного Урала	181
8.2. Археологические памятники Южного Приуралья.....	184
8.3. Археологические памятники Южного Зауралья	196
8.4. Состав золота и осмия из археологических памятников Южного Урала и источники благородных металлов.....	226
Вопросы.....	229
 Глава 9. СОСТАВ ТОРЕВТИКИ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ (Зайков В.В.)	230
9.1. Болгария	230
9.2. Алтай	244
9.3. Кузнецкая котловина	245
Вопросы.....	246
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ (Зайков В.В.)	247
 Литература	249
 Краткий археологический и геологический словарь	256

ВВЕДЕНИЕ

Археология и геология близки по духу, так как главным методом обеих наук являются полевые экспедиции с раскопками и разведкой. Но на этом сходство кончается. Различаются объекты исследований: у археологов это рукотворные вещественные памятники, раскрывающие историю человечества, у геологов – горные породы, руды и геологические структуры, по которым узнаются история развития и минеральные ресурсы Земли. Конечно, история человечества и планеты связаны крепкими узами, но очень отличаются по приоритетам. Археологу нужно найти, описать и сохранить древние предметы, геологу – найти, проанализировать исследуемые объекты и выяснить их значение. Это создает определенную дистанцию между двумя специальностями, хотя нужда в совместном изучении археологических и геологических объектов велика. Посмотрите на экспозиции музеев: всегда ли правильно названы горные породы? Посмотрите на коллекции золотых изделий: определен ли точно состав металла? Посмотрите на карты древних рудников: правильно ли дана геологическая легенда? Во всех этих и многих других случаях есть пробелы и археологам нужна помощь геологов.

Есть и обратная связь: археологи находят артефакты, изготовленные из неизвестных до того в районе горных пород, и встает задача определить их источники. Возможно, они местные и были пропущены при геологической съемке, а возможно – далекие пришельцы. Археологи находят древние рудники, ранее не нанесенные на карты полезных ископаемых, и нужно выяснить их значение для практики.

Навести такие мосты и призвана молодая наука геоархеология. Ее задача – изучение геологическими, минералого-геохимическими, геофизическими и другими методами археологических объектов. Сам термин «геоархеология» был введен английскими учеными Д. Девидсоном и М. Шекли лет 40 назад [Geoarchaeology..., 1999]. С тех пор регулярно проводятся международные совещания по этой тематике. Изданы геоархеологические монографии по отдельным регионам [Mgeliashvili, 1991]. В Германии и США аналогичные исследования называют «археометрия», имея в виду преимущественно анализ металлических изделий и руд. Интересы геоархеологии достаточно обширны и включают применение различных геологических наук для решения археологических задач. Комплексный подход к изучению руд и каменных орудий прошлых веков позволил кардинально изменить представления о ремеслах и знаниях древнего человека.

Как же обстоит дело с взаимодействием геологов и археологов? Ответ неутешительный. Во многих случаях это разовые совместные работы, направленные на решение частных задач. Приведем несколько примеров.

Нам известны контакты новосибирских геологов А.А. Оболенского, В.В. Бабича, А.С. Борисенко с археологами по исследованию древнего сереб-

ра Сибири [Бородовский и др., 2005]; Ю.Г. Щербакова и Н.В. Росляковой [2000] по анализу золота алтайских мумий; В.А. Дребушак по изучению древней керамики, Н.А. Кулик по каменному сырью палеолита Алтая. В Туве совместные с археологами работы В.А. Попова и А.А. Монгуша позволили уточнить положение древних рудников этой горной страны. В Западном Казахстане работала совместная Казахстанско-Российская экспедиция под руководством В.В. Ткачева по описанию древних медных рудников. Во всех этих случаях исследованы археологические коллекции, которые требовали геологических комментариев, они были сделаны, и на этом сотрудничество распалось. Правда, остались совместные публикации, как, например, монографии упомянутых авторов.

В чем причина «неустойчивости связей»? Во-первых, получить нужный геологу материал для исследований довольно сложно. Археологические раскопки идут медленно, материал добывается в конце полевого сезона, и, пока он не будет задокументирован и зарегистрирован археологами, изучать его нельзя. Геологу приходится долго ждать, а это нелегко. А если материал добыт не собственными руками, интерес к изучению археологических предметов отходит на второй план из-за постоянных животрепещущих забот. Да и археологи до поры до времени не раскрывают всех «карт», надеясь обойтись собственными силами. Во-вторых, государством слабо поощряются комплексные исследования: несмотря на многократные и многообещающие заявления, они ведутся в рамках отдельных ведомств. Исключением могли бы стать интеграционные и междисциплинарные программы, как это практикуется Российской академией наук. Но только «могли бы», если бы геологи и археологи созрели для долговременных совместных работ.

Конечно, есть очень удачные примеры таких исследований. Они получаются тогда, когда изучение древнего минерального сырья проводится по тематике археологического учреждения или когда геолог работает в археологическом коллективе. Наиболее существенные результаты получены в Институте археологии Российской академии наук Е.Н. Черных и С.В. Кузьминых [1989] по горнорудной базе Евразии бронзового века. Впечатляют результаты работ профессора МГУ Н.В. Рындиной и ее учеников по исследованию древнейшего металлообрабатывающего производства Восточной Европы, в которых использованы минераграфические знания. Работы Н.В. Рындиной и С.В. Кузьминых явились основой современного учебника «Археология» [2007]. Отличные результаты получены по изучению каменных артефактов Алтая. С использованием этих данных Н.А. Кулик и А.В. Постновым [2009] подготовлено пособие для совместных геологических и археологических работ. Широкую известность получили исследования петрофонда каменных изделий, выполненные В.Ф. Петрунем на Украине. Полученные им результаты вошли крупным разделом в фундаментальную монографию «Энциклопедія Трипільської цивілізації» [2004].

Для понимания геоархеологических рассуждений важное значение имеет знание употребляющихся терминов. В связи с этим текст сопровождается кратким словарем археологических и геологических терминов, в котором даны необходимые определения. В главе 3 помещены таблицы, которые знакомят читателей с горными породами и минералами археологических памятников. Сведения о минералах и специальных терминах взяты из широко распространенного «Геологического словаря» [1973]. В книге использованы данные из многочисленных публикаций. Часть из них, на основании которых выполнены рисунки и фотографии, приведена в списке литературы. В этот список включены и основные монографии, касающиеся важных проблем геоархеологии.

Большую помощь в поиске необходимой информации может оказать сайт всемирной библиотеки археологии ArchNet:<http://www.archnet@asu.edu>. Этот ресурс структурирован тематически и географически, он охватывает археологические организации, академические заведения, музеи, периодические издания, разные методы и теории. Справочным пособием по многим темам археологии Европы является ресурс ARGE (Archaeological Resource Guide for Europe): [www.bham.ac.uk/ ARGE](http://www.bham.ac.uk/ARGE). Как ArchNet, так и ARGE дают ссылки практически на все сайты, посвященные археологии.

Благодарим коллег, помогавшим нам в сборе и обработке материалов: В.А. Котлярова, Е.И. Чурина, П.В. Хворова, Е.В. Белогуб, О.Л. Бусловскую, Р.З. Садыкову, Г.Б. Здановича, Д.Г. Здановича, С.Я. Зданович, Т.С. Малютину, И.М. Батанину, Л.Т. Яблонского, М.С. Шемаханскую, А.Н. Султанову, В.В. Ткачева, С.В. Сиротина, В.В. Овсянникова, А.А. Тишкина, М.Ю. Трейстера.

Глава 1. МЕТОДЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ

1.1. Геоархеология и смежные науки

Геоархеологические исследования включают обширный круг работ по изучению исторических памятников геологическими методами. В таблице 1.1 показано соотношение геоархеологии со смежными науками, среди которых выделяются следующие основные направления.

1. Региональная и историческая геология, изучающая строение и стратиграфию районов исторических памятников.
2. Петрография, исследующая состав и текстурно-структурные особенности горных пород для характеристики петрофонда каменной индустрии.
3. Минералогия, имеющая целью исследование минерального состава артефактов и горных пород, использованных в археологических памятниках.
4. Геохимия, изучающая геохимические свойства руд и горных пород.

Таблица 1.1

Соотношение геоархеологии со смежными науками

2. Петрография	1. Региональная и историческая геология	7. Вулканология
3. Минералогия		8. Гидрогеология
4. Геохимия	Геоархеология	9. Геоморфология
5. Минераграфия		10. Геофизика
6. Аналитика		11. Учение о полезных ископаемых
Металлургия		Археология и история
		Горное дело

5. Минераграфия, оптическими методами исследующая текстурно-структурные и минералогические особенности руд.

6. Аналитика, комплекс химических и физических методов, дающих информацию о минеральном и химическом составах самых различных артефактов.

7. Вулканология, показывающая влияние вулканических процессов на развитие культур и судьбы народов.

8. Гидрогеология, направленная на изучение гидрогеологического режима различных территорий и прошлых времен, их влияния на условия обитания древних обществ.

9. Геоморфология, изучающая развитие рельефа и влияние геологической среды на развитие цивилизаций.

10. Геофизика, использующая данные о магнитных, электрических, гравиметрических и других полях для изучения земной коры, а также позволяющая не только увидеть некоторые детали погребенных частей поселений и некрополей, но и восстанавливать планы целых городищ.

11. Учение о полезных ископаемых, целью которого является изучение месторождений полезных ископаемых, в том числе тех, которые разрабатывались в древности.

Продолжают эту грандиозную конструкцию собственно археология и история вместе с горным делом и металлургией.

К большинству перечисленных наук может быть добавлен термин «археологическая», что и происходит в ряде случаев. Наиболее часто это относится к минералогии, поскольку она наиболее тесно связана с камнями, использованными человеком, да и носит гордый девиз «Минералогия во всем пространстве сего слова». А «пространство» объединяет все перечисленные и еще многие не перечисленные науки. Минералогическая информация требует определенных знаний для того, чтобы ориентироваться в многоцветном мире минералов. Краткая информация о них приведена в начале разделов, характеризующих горные породы и руды.

Применение естественнонаучных методов для археологических целей рассматривалось неоднократно, выпущено немало сборников статей и монографий. В них показано значение микронзондового анализа, радиоизотопного датирования, палеомагнитных данных, результатов изучения остаточной люминесценции и других методов для решения насущных проблем археологов. В контексте геоархеологии важными работами являются исследования Е.Н. Черных, который применил в большом объеме спектральный анализ для изучения металлических изделий и руд из археологических памятников. В последние годы начинают использоваться минералогические методы, апробированные на материале золоторудных месторождений Трансильвании, Казахстана и Средней Азии. Авторы совместно с А.Ф. Бушмакиным и др. применили данные минералогии для оценки сырьевой базы древней металлургии Южного Урала [Зайков и др., 2005; Зайков, 2010].

1.2. Минералогические исследования для целей археологии

Поле деятельности археологической минералогии детально рассмотрел Н.П. Юшкин [2005], который считает, что археоминералогия включает следующие основные работы: изучение морфологии, состава и свойств минералов, изделий из минералов, продуктов переработки минералов из археологических и древних исторических объектов; установление роли минералов в жизни, деятельности и культуре древних народов, познание истории освоения минералов, раскрытие торгово-обменных минералогических связей; познание технологий переработки и использования минералов в древности, эволюции и революции технологий; использование современных минералогических методов для изучения археологических материалов и археоиндикаторных минералов. Примером археологической минералогии являются исследования Н.П. Юшкина [2005] о роли шаров и других изделий из горного хрусталя в культуре древних народов.

Большой материал по изучению минералогии кремня древних разработок был получен Н.Б. Селивановой, В.А. Галибиным, В.И. Тимофеевым, Г.В. Сеницыной. Они сопоставили материал из Прибалтики, Ленинградской области и Поволжья на основе массового спектрального анализа. Подобная работа выполнена Т.П. Майоровой и А.В. Волокитиным по кремневому сырью Республики Коми. Анализ геологического строения бассейнов рек Вычегды и Выми и изучение состава их галечников показали, что источниками кремня для древних индустрий от мезолита до эпохи бронзы служили аллювиальные отложения этих рек.

На примере изучения художественных изделий из Центральной Америки решался вопрос об источнике жадеита [Дэвлет, 2000]. Основанием послужили уникальные особенности формирования этого минерала, связанного с определенными процессами серпентинизации в различных массивах. Изучение образцов жадеита и поделок из него проводилось методом нейтронной активации Ф. Лейнджем и Р. Бишопом. Принадлежность к определенному месторождению определялась на основе концентрации редких элементов. Проведенные анализы позволили выявить разные источники сырья, а также получить подтверждение гипотезы о наличии в древности обмена между населением, занимавшим территорию современных Коста-Рики и Гватемалы.

Свойства бирюзы и история использования этого минерала в культуре древних народов показана А.А. Даниловым [2003]. По его мнению, в представлении древних народов многих регионов бирюза не только была красивым камнем, но и обладала сверхъестественными положительными свойствами.

Широкий спектр минералогических методов был применен А.Ф. Бушмакиным и А.Д. Таировым [1999] для исследования красок древнего времени.

В результате был определен список минералов, которые могли использоваться для этой цели.

Выявление индикаторных для целей археологии минералов выполнено на примере хромитов, что дало важную информацию при определении источников сырья для древней металлургии [Зайков и др., 2005].

1.3. Геоархеология в истории горного дела

Рассмотрим значение геоархеологии в изучении древних рудников и металлов, а также минералов и горных пород, добываемых в древности. Полученные данные сравним с результатами наших коллег по разным регионам. Это позволяет показать распределение добываемых полезных ископаемых на геохронологической шкале, охватившей часть истории нашей планеты (табл. 1.2). Приведенные материалы дополним информацией о геологической позиции рудников, минералогии руд, составе минеральных и расплавленных включений.

Анализ использования геоархеологии для познания истории развития горного дела и металлургии выполнен на основе данных последних 10–20 лет. Этот материал получен большим числом специалистов разных стран. Наша причастность к этой области знаний основана на результатах многочисленных экспедиций в рудных районах Урала и Сибири. Они сочетались с изучением современных рудников по добыче меди и золота. Такие работы базировались на представлениях о связи вулканизма и рудообразования, а также аналогии ископаемых руд с сульфидными сооружениями в современных океанах.

Горнорудная деятельность человечества имеет замысловатую историю. Время поисков и начала освоения минерального сырья сменялось периодами интенсивных разработок, за которыми наступали угасание и снова взлеты. Изменение видов добываемого сырья приводило к поступательному развитию цивилизаций. За кремнем следовали медь и бронза, а затем – железо. Но в результате смены хозяйственного уклада, переселения народов, войн, катастрофических событий из памяти племен и народов исчезали знания о рудных залежах, и наступал перерыв в разработках. Проходили столетия, появлялись новые поколения, и добыча руд возрождалась. Такая судьба свойственна большинству рудных районов: Греции и Испании, Болгарии и Трансильвании, Предуралья и Казахстана, Алтая и Тувы. Наиболее ярким примером является ситуация в Греции, когда минойская цивилизация сменилась периодом «темных веков», были утрачены письменность и навыки горнорудного дела. Затем появились воинственные микенцы и ахейцы, освоившие прежние и основавшие новые разработки.

Таблица 1.2

Позиция горнорудных центров в геохронологической шкале

Эры	Индекс	Периоды	Возраст, млн лет	Добываемые руды					
				медь		мышьяк, сурьма	олово	свинец	золото, серебро
				Европа	Азия				
KZ Кайнозой	Ф	Палеоген	65						Б – Болгария
MZ Мезозой	К	Мел	130	К – Кипр Б – Болгария	Л – Левант			Ла – Лаврион	
	Ј	Юра	185		З – Закавказье А – Анатолия		Зб – Забайкалье		
	Т	Триас	235						
PZ Палеозой	Р	Пермь	280	Д – Донбасс П – Предуралье					
	С	Карбон	345	Кр – Корнуолл			Кр – Корнуолл Иб – Испания Кл – Калба		Иб – Испания (Иберийский пояс)
	Д	Девон	400		Т – Тува У – Урал	Т – Тува			
	С	Силур	435		И – Иран				
	О	Ордовик	490		Х – Хакасия				
	Є	Кембрий	570		Т – Тува				Т – Тува

Трудами многих поколений археологов и геологов раскрыта история древней горнорудной деятельности. Можно считать, что распределение древних рудников в пространстве определялось двумя главными причинами: присутствием залежей медных руд, пригодных для разработки, и наличием населения, которое могло востребовать подземные богатства. Когда сочетались эти обстоятельства, возникали древние рудники. Суммарно в энеолите и бронзовом веке они концентрировались в гигантском меднорудном поясе, протянувшемся от Атлантического океана до Тихого (рис. 1.1). По своему положению он может быть назван «Евразийским горнорудным поясом» с активной жизнью от IV тысячелетия до н.э и до V в. нашей эры – времени падения Римской империи. В западной части пояс включает рудники Испании, Кипра, Израиля, Омана, Ирана, Болгарии, Армении, Грузии и в общих чертах практически совпадает со Средиземноморским металлогеническим поясом [Твалчрелидзе, 1972]. Возраст рудоносных комплексов находится в пределах 230–50 млн лет. В восточной к горнорудному поясу относятся рудники Донбасса, Предуралья, Урала, Центрального Казахстана, Алтая, Хакасии, Тувы, Забайкалья и Приморья. Эта часть контролируется Уральским и Центрально-Азиатским металлогеническими поясами палеозойского возраста (570–250 млн лет), в пределах которых. возраст рудовмещающих отложений был различен: в Предуралье и Центральном Казахстане – 250 млн лет, а в Алтае и Туве – 310 млн лет.

Районирование на «металлургической» основе предложено Е.Н. Черных [1978]: он выделил металлургические провинции и составляющие их очаги металлургии и металлообработки (рис. 1.2). «Металлургическая провинция – это единая производственная система, охватывающая огромные территории, объединенная сходными традициями развития металлургии. Такая система возникала на основе активных торгово-обменных контактов между народами, владевшими рудными богатствами, и народами, лишенными их. Потребители металла получали от его производителей не только сырье, стимулировавшее зарождение собственной металлообработки, но и технологические идеи, необходимые для ее развития. В зоне распространения этих идей возникали многочисленные центры металлопроизводства, именуемые очагами. Взаимосвязанная система этих родственных образований и составляла металлургическую провинцию» [Археология, 2006]. Развитие провинций порождало сходные социальные и хозяйственные формы, связанные с производственной деятельностью населения, его языком, культурными и торговыми контактами, техническими достижениями.

Производство металла связано с тремя типами предприятий: горнорудными, металлургическими и металлообрабатывающими. Первые связаны с добычей руд, вторые – с плавкой, третьи – с производством изделий, в т. ч. и из импортного металла. Например, на Каргалинских рудниках Предуралья большая часть добытой руды отправлялась потребителям за пределы рудного поля – это горнорудное предприятие. На рудниках юго-восточной Болгарии

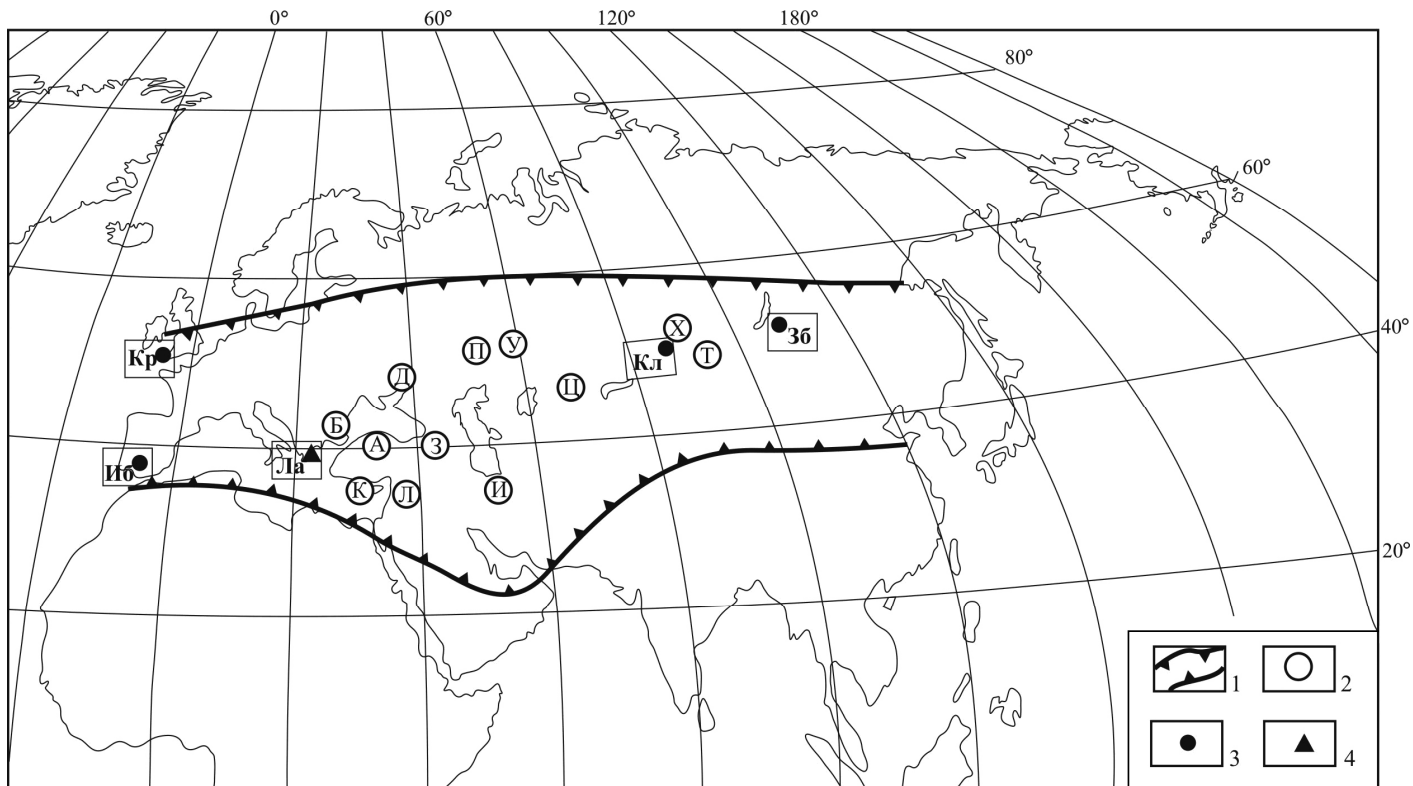


Рис. 1.1. Схема размещения рассмотренных центров Евразийского горнорудного пояса.

1 – примерные границы пояса; 2 – описанные меднорудные и золоторудные центры (К – Кипрский, Л – Левантский, А – Анатолийский, З – Зангезурский и Алавердский, И – Иранский, Б – Болгарский, Д – Донецкий, П – Предуральский, У – Уральский, Ц – Центрально-Казахстанский, Х – Хакасский, Т – Тувинский); 3 – описанные оловорудные центры (Кр – Корнуольский, Иб – Иберийский, Кл – Калбинский, Зб – Забайкальский); 4 – «свинцово-серебряный» центр (Ла – Лаврион)

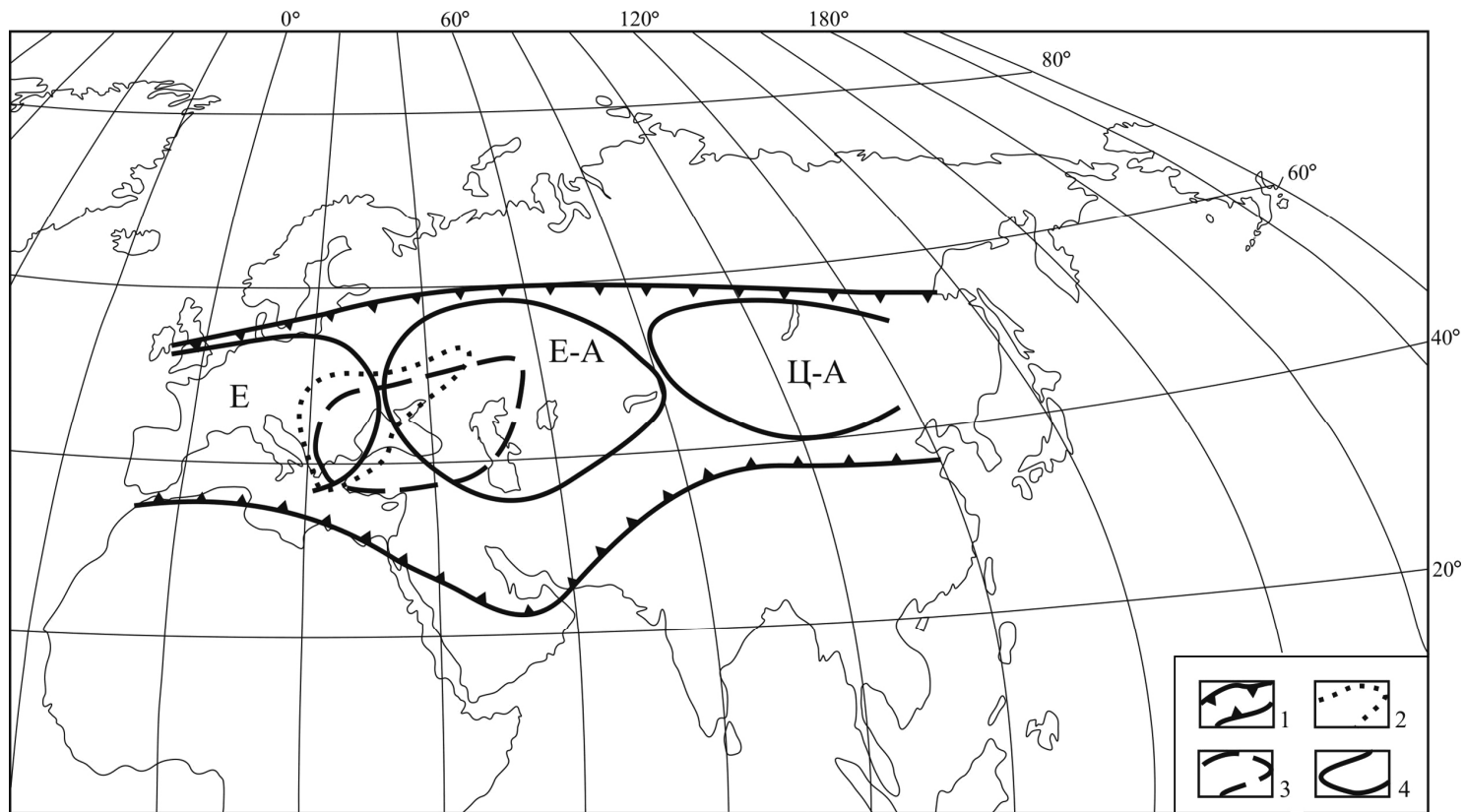


Рис. 1.2. Схема развития Евразийского горнорудного пояса [Черных, 2008; Археология, 2008, с дополнениями].

1 – примерные границы пояса; 2–4 – провинции: 2 – Карпатско-Балканская (IV–III тыс. лет до н. э.), 3 – Циркум-Понтийская (III–II тыс. лет до н. э.), 4 – провинции позднего бронзового века (II–I тыс. лет до н. э.); Е – Европейская, Е-А – Евразийская, Ц-А – Центрально-Азиатская

руда перерабатывалась в местах добычи в специализированных поселениях, сопровождавшихся шлаковыми полями – такие явления установлены на древних рудниках болгарской Странджи. На территории Украины действовали очаги металлообработки трипольского и античного времени из привозного металла (Ольвия, Бельск). Подобная ситуация свойственна и современным металлургическим комплексам, что можно проиллюстрировать на примере уральских предприятий: на одних происходит добыча руд (Маукский рудник), на других – переработка добытых руд и полученных медных концентратов (Учалинский горно-металлургический комбинат), на третьих – производство металлических изделий (Карабашский металлургический комбинат).

Среди минерального сырья древности по распространению выделяются два вида полезных ископаемых: сквозные, имеющие многие источники (кремневое сырье, медь, железо), и локальные, встречающиеся относительно редко (олово, свинец, ртуть, золото). Распространение их подчиняется разным закономерностям: первые обычно связаны с обширными рудовмещающими комплексами, вторые приурочены к сложным рудоносным структурам. Последние возникли в результате формирования складок, разрывов, перемещений блоков, появления ослабленных зон, куда проникали гидротермальные растворы и отлагали руду.

При оценке древних рудников всегда возникает вопрос о масштабе разработок. Дело осложняется тем, что древние выработки очень часто наследовались старинными, пройденными в интервале от средних веков до начала XX в., и новыми, созданными в индустриальную эпоху. Поэтому объем извлеченной руды и произведенного металла может быть подсчитан только суммарно. Наиболее детально данный вопрос рассмотрен применительно к добыче золота. По данным Г. Квирина [Локерман, 1978] и Б.И. Беневольского [1995], всего в мире добыто около 100 000 т золота, а по римский период включительно – 10 000 т (менее округленные и якобы точные цифры составляют 115 164 и 10 257 т). За неимением другого ориентира можно принять, что производство золота в древности составляло 10 % от общей добычи сырья при непрерывной разработке в течение всей истории горнодобывающей деятельности. Эту же цифру, за неимением другого ориентира, целесообразно принять для добычи меди [Гришин, 1980]. Хотя следует сказать, что на медных рудниках этот процент должен быть ниже в связи с перерывами разработок, вызванными военными конфликтами, освоением железа и других металлов.

Характеристика древних рудников проиллюстрирована обычными для геологической практики металлогеническими схемами, дающими представление о рудоносных комплексах тех или иных территорий, размещении рудных районов и узлов. Иерархия выделяемых геологами площадей следующая: металлогенические провинции – металлогенические пояса – металлогенические зоны – рудные районы – рудные узлы – рудные поля – месторождения. Все эти категории напрямую связаны с рудоносными комплексами и струк-

турами. В археологии используются более или менее соответствующие им следующие понятия: металлургические провинции – горно-металлургические центры – горно-металлургические области – археологические микрорайоны – рудники и другие археологические памятники.

Данных об источниках сырья для палеолита и мезолита сохранилось мало, так как, за исключением кремня, в основном использовался подъемный материал. Можно лишь догадываться, что в то время человек получил начальные знания о распространении и свойствах горных пород. Сведения о древних рудниках содержатся во многих работах отечественных и зарубежных специалистов. Большая часть этих данных суммирована в пяти томах «Горной энциклопедии», изданной в 1984–1991 гг., и многотомном издании «Исчезнувшие цивилизации». Рассмотрим материалы этих выдающихся документов применительно к добыче кремня, медных и железных руд, золота и серебра.

Добыча кремня

Миллионы лет назад обширные пространства Западной и Восточной Европы были заняты мелководным морем, в котором отлагался мел. Начиная со школьной скамьи все знают это вещество, но немногие знакомы с содержащимися в нем кремнями. А именно они интересовали наших предков: из них изготавливали ножи, скребки, наконечники стрел и копий. Кремень встречается в толщах известняков и мела в виде желваков (конкреций), а иногда линз и отдельных прослоев. Много споров было относительно генезиса кремневых конкреций, пока не выяснилось, что своим происхождением они обязаны медленным процессам преобразования осадочного вещества, выделения и концентрации кремнезема, содержащегося в скелетах морских организмов. Обычно в меловых отложениях образуются кремнистые обособления размером сантиметры – метры, они-то и были объектами добычи.

В эпоху неолита (VI–III тыс. лет до н. э.) закладываются первые шахты по добыче кремня. Рудники описаны многими геологами в юго-восточной Великобритании, Бельгии, Франции, Германии, Польше, Белоруссии, Украине. Всего в Европе обнаружено несколько тысяч древних шахт по добыче кремня. В работе Н.Н. Гуриной, опубликованной в 1966 г., дана характеристика древних кремнедобывающих шахт на территории СССР. Выработки имели вид округлых, овальных либо квадратных в сечении шахт глубиной до 10–14 м, а также штолен, штреков и карьеров. Конфигурация подземных выработок диктовалась формой залегания пластов и линз, содержащих кремневые конкреции. Вход в штреки обычно находился вблизи дна шахты. Для безопасности в штреках оставлялись блоки невыбранной коренной породы – «целики». В кровле выработок иногда делались небольшие «окна» (колодцы) для освещения и вентиляции. На стенах стволов шахт сохранились следы от древних горняцких инструментов из оленьих рогов, а также следы

от деревьев с обрубленными сучьями, используемых в качестве лестницы. В шахтах обнаружены крупные костяные иглы, служившие для починки кожаных мешков, в которых кремневые конкреции поднимались на поверхность, иногда при помощи ручного ворота. Добытый кремнь предназначался для изготовления топоров и других изделий. Конкреции обрабатывались прямо в шахтах или непосредственно рядом с ними, потому что материал был пригоден для изготовления острых пластин пока кремнь оставался влажным.

Время существования большинства европейских шахт совпадает с поздним неолитом. Позднее добыча кремня сократилась в связи с началом использования медных руд. Однако полученные навыки горного дела не пропали и использовались «наследниками» кремневых шахт.

Добыча медных, оловянных и свинцовых руд

Этот вопрос рассмотрен в многочисленных работах специалистов разных стран. Среди отечественных ученых наиболее существенный вклад сделан Е.Н. Черных (рис. 1.3) и его многочисленными учениками из Армении, Донбасса, Урала, Дальнего Востока. Важным результатом работ этих исследователей является выделение металлургических провинций и центров Евразии (см. рис. 1.2), характеристика рудников в главных медедобывающих районах России [Черных, 1970; Черных, Кузьминых, 1989; Каргалы, 2002]. Из зарубежных ученых следует отметить Е. Pernicka [1999] и W. O'Brien [1996], которые выполнили геохимические исследования руд, добывавшихся в древних рудниках Болгарии, Центральной Европы и Великобритании. Полученные материалы позволяют наметить общую картину добычи меди на территории Евразии.

Горнорудное дело в эпоху раннего металла сконцентрировалось в тех обширных горнометаллургических областях (ГМО) и центрах (ГМЦ), где располагались удобные для разработки богатые залежи медных, мышьяковых, сурьмяных, свинцовых, оловянных, железных и других руд. Выделяются следующие горнодобывающие регионы в Евразийском горнорудном поясе: Анатолия, Иран, Кавказ, Балкано-Карпатье, Урал, Казахстан, Средняя Азия, Саяно-Алтай, Забайкалье, Восточная Сибирь.

Наиболее раннее использование металла, зафиксированное в восточно-анатолийском поселении Чатал-Уюк, относится к VIII тысячелетию до н. э. Именно этим временем датируется начало ограниченного горнорудного промысла на базе месторождений Восточной Анатолии (один из древнейших рудников в мире – Эргани-Маден в верховьях Тигра). Основным объектом добычи были вторичные медные минералы из зоны окисления медно-колчеданных месторождений среди базальтовых лав.

Производство древнейших медных орудий в IV тысячелетии до н. э. отмечается в Балкано-Карпатской металлургической провинции, в первую очередь в Болгарии. Значительные клады медных изделий найдены в Украине (триполь-

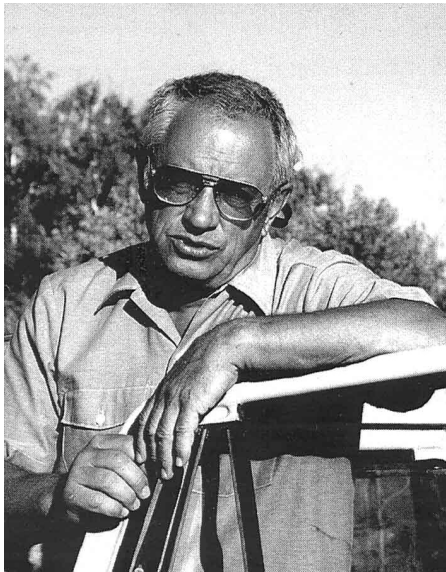


Рис. 1.3. Лидер исследований в области древнего горнорудного дела и палеометаллургии, член-корреспондент Российской академии наук Е.Н. Черных

ботки сохранились плохо, они разрушены эксплуатацией месторождений в XIX–XX вв.

В III–II тысячелетиях до н. э. разработка месторождений медных руд распространилась практически по всей Малой Азии, Кавказу, Европе, где действовали сотни больших и малых медных рудников. Возникает огромная Циркумпонтийская металлургическая провинция, со многими культурами на обширных пространствах вокруг Черного моря. Основным типом сплавов в пределах этой провинции становились мышьяковые бронзы. На Кавказе добывали реальгар, аурипигмент и арсенопирит, содержащие мышьяк. Большое количество закавказских мышьяковистых бронз экспортировалось на Северный Кавказ и в степную зону Восточной Европы.

Средний бронзовый век характеризуется новым подъемом горно-металлургического производства. Количество медных предметов и изделий из мышьяковистых бронз в провинции возрастает в среднем в 8–10 раз, что связано с соответствующим расширением масштабов добычи медной и мышьяковой руд, прежде всего в Закавказье. Доминирующими по-прежнему остаются мышьяковые бронзы, роль кавказского импортного металла на юго-востоке Европы заметно возрастает. Наступает пик разработок медистых песчаников на Каргалинских рудниках Предуралья, описанных Е.Н. Черных с коллегами. К этому же типу медистых песчаников относятся месторождения,

ская археологическая культура). Этот металл происходит из Балкано-Карпатских рудных районов и, в частности, из Болгарии и Трансильвании [Видейко. 2005]. Население трипольской культуры, в свою очередь, передавало металл восточным степным соседям, и образцы этой меди находят на нижней Волге. В культурах юга Средней Азии (Намазга I, II, III) обнаружен металл, происходящий, судя по геохимическим особенностям, из иранского горно-металлургического центра.

Широкая эксплуатация медных и мышьяковых рудников в Закавказье известна с конца четвертого–первого века III тысячелетия до н. э. (Куро-Араксская культура). Предположительно, центром горнорудного дела был Малый Кавказ с месторождениями Кафанского рудного поля и Нахичевани. Древние горные выра-

разрабатывавшиеся Бахмутскими шахтами (Украина) и, возможно, проявления в бассейне среднего течения р. Дона, установленные Н.М. Чернышовым. Химически чистая медь из данных источников широко распространяется на запад, по лесной зоне Восточной Европы.

Развивалось горное дело на Рудном Алтае в связи с разработкой медных и оловянных руд на месторождениях Калбинского и Нарымского хребтов. Алтайское олово распространялось на запад вплоть до Урала, питая местные мастерские металлообработки. Наряду с оловянными, в них производились сложные мышьяково-оловянные, сурьмяно-мышьяковые бронзы. На юге Средней Азии продолжалось использование меди иранского ГМЦ.

Поздний бронзовый век стал временем максимального подъема горнодобывающей деятельности, связанной с эксплуатацией медных, оловянных, свинцовых, сурьмяных и других рудных месторождений. Горно-металлургическое производство распространялось по гигантским пространствам Евразии, охватывая не только степные, но и лесные зоны. Преобладающими практически повсеместно стали медно-оловянные сплавы, так как начались разработки оловянных руд в Испании и Великобритании (знаменитые рудники Корнуолла). В Испании известно много месторождений, где зафиксированы древние выработки на олово (провинция Оренсе – месторождения Тоска, Анхела-Мария, Вилар-де-Сервос, Беарис и др., провинция Ла-Корунья – месторождения Сантьяго-де-Компостела и др.).

Основным сырьем для металлургической промышленности позднего бронзового века оставались окисленные руды, хотя в ряде мест начала практиковаться добыча сульфидных руд. Форма рудных тел практически всегда диктовала характер и форму выработки: карьер, шахта, штольня и т. п. Направление выработки также определялось простиранием рудной жилы, поэтому все древние проходки отличаются причудливой формой, строго следуя жиле и самым богатым участкам рудного тела. В наиболее насыщенных рудными минералами линзах выработки резко расширялись, напоминая огромные залы, своды которых достигали высоты 10 м и более (кавказские рудники Башкапсара в верховьях р. Бзыби, Карабег – в верховьях р. Марух). Руда транспортировалась за пределы выработки, где обогащалась при расквашивании крупных кусков и выборке наиболее минерализованных участков. Нередко применялось и «мокрое» обогащение руды путем ее сепарации в воде, иногда для этого близ выработок готовилась специальная каменная ванна (рудник близ Красной Поляны в Краснодарском крае). В металлургический передел шли только мелко раздробленные чистые медные минералы. Такая технология, присущая горнякам медного века, сохранилась в малоизмененном виде и во все последующие периоды, вплоть до Средневековья.

В Европе началась добыча свинца как попутного продукта при извлечении серебра, являвшегося основным объектом горно-добычных работ. Широких масштабов разработки достигали в Греции (рудники Лавриона), Альпах (месторождение Миттенберг).

Распалась Циркумпонтийская провинция и возникают новые. Центральное место на территории горнорудного пояса заняла Евразийская металлургическая провинция. Она охватила пространство от Енисея на востоке до Приднепровья на западе, от таежной зоны Евразии на севере до предкавказских степей и пустынь Средней Азии на юге. Основными центрами Евразийской провинции стали Урал, Казахстан, Западный Алтай, а также север Средней Азии. Характер горного дела и конкретные рудники изучены здесь гораздо лучше. На Урале в широких масштабах добывались окисленные руды на медных рудниках Еленовка, Уш-Каттын, Ишкинино, медно-мышьяковые и медно-серебряные – на рудниках Таш-Казган, Никольское. Резко расширилась горнорудная деятельность на Рудном Алтае, в районе Жезказгана в Центральном Казахстане.

Обособилось горно-металлургическое производство на Кавказе, здесь сформировался кавказский горно-металлургический центр с высоким уровнем горного дела и металлургии. В 30-х гг. XX в. А.А. Иессен обобщил все известные сведения о памятниках древнего горного дела и выплавки металлов на Кавказе. В этом регионе широко использовались медно-мышьяковые сплавы. Наблюдается повсеместный переход к добыче и плавке сульфидных медных минералов, в связи с чем начинается эксплуатация пояса медно-пирротиновых месторождений, расположенных на южных и северных склонах Главного Кавказского хребта (месторождения Горной Рачи, верховьев рек Иори, Белой, Марухи и др.). В Горной Раче известны также значительные разработки сурьмяных руд. Наряду с этим продолжалась эксплуатация медных и полиметаллических месторождений Малого Кавказа.

Центрально-Азиатская металлургическая провинция охватила в конце II – начале I тысячелетия до н. э. юг Восточной Сибири, Забайкалье, Монголию и значительную часть севера и запада Китая. Разрабатывались месторождения нескольких горнорудных центров Саяно-Алтая (Тува, Минусинская впадина, Горная Шория, Монгольский Алтай и др.), а также Забайкалья, где, вероятно, началась разработка касситеритовых месторождений. Обзор сведений о древней добыче меди и олова в восточных районах СССР привели С.С. Черников [1949], Ю.С. Гришин [1980].

В XI–IX вв. до н. э. во многих регионах масштаб горно-металлургического производства сократился. Основная причина этого – наступивший длительный период великого переселения народов и разрушения основных этнокультурных и политических систем Старого Света. Начавшаяся после этого стабилизация связана с ранним железным веком.

Исследование древних медных рудников сопровождалось изучением состава металлических изделий и руд. Такие работы выполнены Е.Н. Черных и С.В. Кузьминых по Уралу, а по Восточной Сибири аналогичные исследования проведены Н.Ф. Сергеевой [1981], показавшей отличия медных руд Минусы, Прибайкалья и Забайкалья. По металлургическим центрам Тувы

и Хакасии интересные данные приведены Я.И. Сунчугашевым. Эти работы в последнее время были продолжены В.А. Поповым с соавторами, которыми выполнен грант Российского фонда гуманитарных исследований по оценке древней металлургии региона.

Правильное понимание приуроченности рудников к определенным геологическим структурам позволяет уточнить типы разрабатывавшихся месторождений. Поясним это на примере Южного Урала. Горно-металлургическая область состоит из трех групп известных в настоящее время объектов. Первая включает рудные залежи в зоне Главного Уральского разлома и связана с массивами серпентинитов (рудники Ишкинино, Ивановка, Дергамыш). Вторая объединяет месторождения, связанные с телами габброидов (Кичигино, Воровская Яма). К третьей относятся месторождения в вулканогенных толщах карбона, обладающие мышьяково-серебряной специализацией (Никольское, Таш-Казган).

Добыча железных руд

В начале I тысячелетия до н. э. практически по всей Европе и Азии наступает период разработки железорудных месторождений. Этому сырью посвящено много исследований геологов и археологов разных стран. В больших масштабах добываются болотные руды. Значительное число железных орудий и оружия фиксируется у населения различных регионов с VIII–VI вв. до н. э. практически по всей бывшей огромной зоне культур эпохи раннего металла (меди и бронзы). Наряду с этим продолжалась широкая добыча руд меди, свинца, золота, сурьмы и других рудных полезных ископаемых, а также гипса, серы, гончарных глин.

Одним из крупнейших железорудных и железопроизводящих центров стал Кавказ. Множество рудников и плавильных известно в Колхиде, а также Армении. Древние рудники в Южной Грузии эксплуатировались с перерывами вплоть до средних веков. Железорудный промысел концентрировался по преимуществу в тех же горно-металлургических областях и центрах, что и меднорудный. В Восточной Европе разрабатывались также окисленные болотные руды. Характер горного дела в железном веке принципиально не изменился по сравнению с предшествующим периодом.

В это время добыча медных минералов во множестве ГМО и ГМЦ не только не сокращается, но иногда возрастает (Урал, Саяно-Алтай). На Урале в первую очередь следует отметить роль рудников Среднего Зауралья типа Гумешевского, рядом с которым были расположены медеплавильные горы Думной. Продолжается интенсивная добыча меди в рудниках Большого и Малого Кавказа. На Урале и в Саяно-Алтае в начале железного века бронзовые орудия продолжают преобладать над железными. Однако с этого времени все более явно железорудное дело выходит на первый план.

В античное время, особенно в римский период, резко возрастает количество эксплуатируемых рудников: железных, медных, оловянных, свинцовых, золотых, серебряных, ртутных и др. Особый размах приобретают работы по добыче камня. Если на заре горного дела камни использовались для производства орудий труда и охоты, то теперь для строительства и монументального искусства. В шахтах применяют водооткачивающие механизмы, принудительную вентиляцию, усовершенствованные подъемники. Глубина горных выработок в ряде мест достигает 150–200 м от дневной поверхности, неизмеримо возрастает объем добытой руды. В серебряно-свинцовых рудниках Лавриона (Греция) еще в доримское время было заложено более 2 000 шахт глубиной до 120 м, из которых получено около 100 млн т руды. В период Римской империи наиболее значительными стали горные разработки на Иберийском (Пиренейском) полуострове, Балканах (Странджа) и др. В это время рудники эксплуатировались почти исключительно с использованием труда рабов, о чем свидетельствуют довольно многочисленные эпитафические памятники.

Глава 2. ПРОФЕССИИ ГОРНЫХ ПОРОД

2.1. Сложение и свойства горных пород

Прежде всего, нужно пояснить, что такое горные породы. Согласно «Геологическому словарю» [1973], это минеральные агрегаты, сформированные в результате геологических процессов и залегающие в земной коре в виде самостоятельных тел. Обычно они состоят из нескольких минералов, но встречаются и мономинеральные породы. Породами сложены коренные выходы и их обломки, а также скальные разности глубинных частей нашей планеты, которые вскрываются скважинами.

Сырьем для каменной индустрии являются горные породы, пригодные для изготовления орудий труда или сооружений. Наши предки научились учитывать форму, размеры, окатанность, твердость, абразивность, прочность и другие характеристики камней. Список горных пород, использовавшихся ими для изготовления разного рода орудий (молотов, наковален, наконечников стрел и копий) и украшений, называется **петрофондом** конкретной местности. Он зависит от геологических комплексов, слагающих территорию исследований. Изучает состав горных пород наука **петрография**, которая нацелена на описание их сложения, минерального и химического состава. По результатам такого изучения можно судить о сырьевой базе каменной индустрии прошлого. Прекрасным руководством для археологов является недавно выпущенное учебное пособие Н.А. Кулик и А.В. Постнова «Геология, петрография и минералогия в археологических исследованиях» [2009].

Горные породы

Горные породы обычно подразделяются на типы, имеющие различное происхождение. Одни из них отлагались на дне морей и океанов, другие формировались из раскаленной магмы, третьи возникали под воздействием больших температур и давлений в недрах земной коры. Типизация горных

Таблица 2.1

Горные породы района заповедника Аркаим

<i>Осадочные</i>		
Обломочные	Карбонатные	Кремнистые
Конгломераты (обломки >1 см*) Гравелиты (0,1–1 см) Песчаники (0,1–1 мм) Алевролиты (0,01–0,1мм)	Известняки Мергели (25–50 % глинистой примеси)	Яшмы (красноцветные) Фтаниты (черные) Силициты (светлоокрашенные) Кремнистые сланцы (с примесью глинистого и алевритистого материала)
Углисто-глинисто-известковистые ритмиты		
<i>Осадочно-туфогенные, туфогенные</i>		
Туфы, тефроиды (пирокластики 90–100 %)	Туффиты (пирокластики 50–90 %)	Осадочные породы с примесью пирокластики (10–50 %)
Туфы агломератовые (обломки >1 см*)	Туфы агломератовые с известковистым цементом	Туфоконгломераты
Туфы гравийные	Туффиты гравийные	Туфогравелиты
Туфы псаммитовые	Туффиты псаммитовые	Туфопесчаники
Туфы пепловые	Туффиты алевритовые	Туфоалевролиты
	Туффиты аргиллитовые	Туфоаргиллиты
<i>Вулканические</i>		
Кислые SiO ₂ – 64–75 %	Средние SiO ₂ – 52–64 %	Основные SiO ₂ – 52–46 %
Ряд щелочно-земельных пород		
Na ₂ O + K ₂ O – 2–8 %	Na ₂ O + K ₂ O – 2–6,5 %	Na ₂ O+K ₂ O – 1,5–4 %
Риолиты (SiO ₂ – 70–75 %) Дациты (SiO ₂ – 64–70 %)	Андезиты (SiO ₂ – 58–64 %) Андезибазальты (SiO ₂ – 70–75 %)	Базальты
Ряд щелочных, субщелочных пород		
Na ₂ O + K ₂ O – 8–13 %	Na ₂ O + K ₂ O – 9,5–11 %	Na ₂ O+K ₂ O – 5–8 %
Трахириолиты Трахидациты	Трахиандезиты Трахиты	Трахибазальты

Окончание табл. 2.1

Плутонические

Кислые SiO ₂ более 64 %	Средние SiO ₂ – 52–64 %	Основные SiO ₂ – 52–46 %	Ультраосновные SiO ₂ менее 46 %	Щелочные SiO ₂ – 54–68 % Na ₂ O + K ₂ O – 7–10 %
Граниты Гранодиориты Тоналиты	Диориты	Габбро Диабазы Габбро-диабазы Лампрофиры	Пироксениты Горнблендиты Серпентиниты	Сиениты Граносиениты Монциты Сиенодиориты

Гидротермальные

Отложившиеся в жилах	Отложившиеся на морском дне
Кварц жильный Карбонат жильный	Кварц-гематитовые породы Гематит-кварцевые породы

Метасоматические и метаморфические породы

Метасоматические	Метаморфические
Кварциты Эпидозиты Хлорит-кварц-серицитовые метасоматиты Талькосодержащие метасоматиты	Сланцы Амфиболиты Гнейсы Мигматиты

Примечание. * – размер преобладающей массы обломков

пород показана на примере района заповедника Аркаим, где авторы проводили специализированные исследования (табл. 2.1).

Осадочные породы формировались на дне древних бассейнов и представлены окаменевшими песками, илами, гравием, галечниками. Сформировавшиеся породы соответственно называются песчаниками, алевролитами, гравелитами, конгломератами. Известковые илы были преобразованы в известняки и содержат остатки ископаемой фауны. Наиболее мощные пачки осадочных пород формировались перед началом вулканических извержений либо после их завершения. Типичными месторождениями в осадочных породах являются руды марганца, железа (сидериты), алюминия (бокситы).

Особое значение имели кремнистые горные породы на Урале. Археолог В.С. Мосин и геолог В.Ю. Никольский [Мосин, Никольский, 2008] провели определение пород, которые население каменного века Южного Урала использовало для изготовления разнообразных орудий. Изучены пути и способы распространения кремнистого сырья в регионе во времени и пространстве. Чаще всего применялись фтаниты (лидиты), фтанитоиды и разнообразные яшмы, новакулиты («арканзасский камень») и субновакулиты. Использовались также разнообразные кремнеобломочные породы, представленные брекчиями, конгломератами, гравелитами и песчаниками, иногда алевролитами, кремнистыми туффитами.

Вулканогенные породы представлены лавами, туфами – окаменевшим пеплом (пирокластикой) с включениями вулканических бомб, продуктами разрушения и перемыва вулканических сооружений. Они чаще накапливались у подножья древних вулканов, но иногда разносились подводными течениями на десятки километров. Довольно обычными являются грубообломочные породы типа сцементированного щебня, состоящие из обломков лав и вулканического стекла.

Состав вулканогенных пород обычно оценивается по содержанию кремнезема (SiO_2) и щелочей ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$). По первому компоненту выделяются основные, средние и кислые разности. К основным породам (содержание SiO_2 46–52 %) относятся базальты, имеющие темно-зеленый или темно-серый цвет. К лавам среднего состава (SiO_2 52–64 %) принадлежат андезибазальты и андезиты. Они чуть светлее базальтов и чаще содержат вкрапленники плагиоклазов. Кислые лавы (SiO_2 64–75 %) представлены дацитами и риолитами – наиболее светлыми и крепкими породами. Они бывают как афировые, так и с обильными вкрапленниками кварца и плагиоклазов. Укажем на легко определяемый диагностический признак риолитов: вследствие высокого содержания кремнезема они не царапаются ножом. Этот показатель нередко выручает геологов, когда кислые лавы окрашены в темные тона. Особо выделяются щелочные породы, которые имеют высокие содержания щелочей (7–10 %).

Для туфов характерны вулканические бомбы, возникшие при взрывах и «разбрызгивании» комков огненной магмы. Форма бомб округлая, веретеновидая, лепешкообразная, размеры от нескольких сантиметров до 1–2 м.

Вулканогенные породы вмещают залежи медных, медно-цинковых, золото-колчеданно-полиметаллических, железных руд.

Общей особенностью лав является их тонкозернистое и скрытокристаллическое сложение. Афировые разности не содержат различимых взглядом вкрапленников минералов. В порфировых разностях видны выделения плагиоклазов, пироксенов, кварца, которые имеют размер от 1 до 10–15 мм. Плагиоклазы представлены несколькими разновидностями из ряда альбит $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ – анортит $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ и образуют таблитчатые и призматические кристаллы белого, светло-серого и светло-зеленого цвета. Среди пироксенов наиболее обычны гиперстен $(\text{MgFe})_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$ и диопсид $\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$. Они имеют зеленый, бурый, черный цвет и представлены короткопризматическими кристаллами.

Практически во всех лавах базальтового состава при выделении газов возникали поры, газовые пузыри. Впоследствии эти пустоты были заполнены такими минералами, как эпидот $\text{Ca}_2(\text{Al,Fe}_3)_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})_2$, хлорит (зеленоватый слюдястый минерал сложного состава), кальцит CaCO_3 . В итоге получилась, по выражению геологов, миндалекаменная текстура с размером миндалин от долей миллиметра до 10–20 см.

Глубинные (магматические) породы представлены полнокристаллическими гранитами, диоритами, габбро. В верхние горизонты земной коры они внедряются в виде расплавленных масс. Многие дольмены – гигантские каменные ящики – во многих странах составлены из гранитных плит. Важной особенностью является способность **магматических** пород давать в контактах с известняками скарные руды железа, золота, вольфрама. Особую разновидность представляют ультраосновные породы (гипербазиты), в которых содержание кремнезема около 40 %. Они представлены дунитами, гарцбургитами, лерцолитами и их измененными разностями – серпентинитами. С этими породами связаны хромитовые, платиновые, золотые руды.

Метаморфические породы образуются в результате преобразования осадочных и вулканогенных отложений при погружении на большие (километры) глубины под действием высокой температуры и давления. Обычны для такой обстановки хлоритсодержащие породы. При более высоких температурах и давлениях возникают кристаллические сланцы, кварциты, мраморы и гнейсы. Особой разновидностью являются изменения, возникающие на контакте осадочных пород с внедряющейся магмой. Они так и называются продуктами контактового метаморфизма, с которыми связаны многие месторождения меди и золота.

Метасоматические породы образовались в толще земной коры при просачивании высокотемпературных минерализованных растворов и замещении ранее образованных минералов новыми, устойчивыми в агрессивной среде. Наиболее обычны метасоматические кварциты, образующие довольно большие поля среди вулканогенных пород. Затем следует отметить эпидозиты, в составе которых преобладает минерал эпидот. С этими породами связано много руд молибдена, вольфрама, олова. Важное значение имеют березиты и листвениты, содержащие кристаллы пирита и вмещающие месторождения золота. Общее название для перечисленных разновидностей пород метасоматиты.

Гидротермальные породы близки по происхождению метасоматическим, но отлагались из гидротерм в трещинах и расколах. К ним относится жильный кварц (SiO_2), с которым обычно связана золоторудная минерализация. Встречаются жилы, сложенные кальцитом (CaCO_3), баритом (BaSO_4), гематитом (Fe_2O_3). Интересной разновидностью гидротермальных образований являются гематит-кварцевые породы, которые отлагались у выходов горячих минерализованных вод на морское дно. С ними связаны месторождения яшм и марганцевые руды.

Геологические тела

Кроме знания горных пород, для восприятия изложенного материала необходимо иметь представление о типах геологических тел, которые слагают вулканические сооружения.

Потоки лав являются главной особенностью как современных, так и древних вулканов. Жидкие базальтовые лавы, изливаясь под водой, формировали пластинчатые или трубчатые тела. Мощность потоков обычно порядка 3–10 м, длина десятки и сотни метров. Вязкие риолитовые лавы образовывали сооружения типа обелисков, стогов сена, холмов, гребневидных форм. Высота этих построек достигала 20–50 м, а поперечник – несколько сотен метров.

Вулканогенно-обломочные и осадочные породы залегают в виде пластов, ограниченных субпараллельными поверхностями. Мощность их составляет обычно метры и десятки метров. Характерный признак пластов – слоистая текстура, указывающая на прерывистый способ формирования вследствие сезонных явлений, течений, сортировки материала при осаждении на морское дно и т. д.

Потоки и пласты слагают склоны вулканов и вулканогенно-осадочные шлейфы, окружающие эти сооружения. Для удобства описания геологи выделяют пачки, в которые объединяют родственные геологические тела. Такими могут быть и серии потоков одного состава, и совокупность пластов, сложенных близкими по происхождению породами. Мощность пачек десятки и сотни метров, а протяженность – до нескольких километров.

В вулканических сооружениях часто встречаются дайки – плитовидные тела, расположенные поперек напластования. Они возникли при заполнении магмой трещин в земной коре, имеют мощность метры, реже – десятки метров. Состав их различен и отвечает составу извергающихся магм. Иногда дайки служат каналами, по которым магма поступала к поверхности. В ряде случаев они контролируют оловянную, золоторудную, медную минерализацию.

Большие магматические тела (интрузии) сложены гранитами и другими глубинными породами (диоритами, габбро). Размеры их достигают в поперечнике сотен, а по мощности – нескольких километров.

2.2. Изучение петрофонда археологических памятников

Изучение **петрофонда** – трудоемкое занятие, требующее не только знаний в области петрографии, но и большого внимания, аккуратности, усидчивости. Но выводы, которые можно получить в результате такого изучения, переводят археологию из науки гуманитарной в науку комплексную, наполняя выводы археологов новым смыслом. Это позволяет «увидеть» археологическое прошлое более живым и объемным, в многообразии связей, которые были свойственны прошлым эпохам.

Такие заключения стали возможны благодаря петрографическим исследованиям, выполненным во многих регионах. Для примера обратимся к результатам петрографического изучения пряслиц из розовых пиррофиллитовых сланцев, которые обнаруживаются на Каме и под Сыктывкарком. Эти породы имеют общий источник – Овручскую структуру в северной Украине, и благодаря этому установлено направление путей торговли и обмена. Пиррофиллиты Овруча исследовал В.Ф. Петрунь, известный петрограф Украины. Им опубликованы 82 работы, в которых рассмотрены результаты петрографического изучения археологических памятников Восточной Европы, в том числе – пиррофиллитовых сланцев. Он и его последователи описали состав изделий из камня в Северном Причерноморье и Среднем Приднепровье и показали пути миграции пород, добывавшихся в древности. Эти работы дополняются данными о минеральном сырье в домостроении Триполья.

Петрографические провинции Кавказа применительно к целям археологии были выделены и рассмотрены В.П. Любиным и Е.В. Беляевой. Они детально описали месторождения обсидиана, который использовался в течение длительного времени: от палеолита до Средневековья. Это очень важный вклад в археологию региона.

Изучение каменных украшений из пещерных палеолитических стоянок Горного Алтая провели Н.А. Кулик и М.В. Шуньков. Исследование состава бусин из серпентина и стеатита привело к выводу, что источники сырья располагались на расстоянии порядка 200 км от Денисовой пещеры в местах выхода офиолитов.

Интересные сведения об использовании горных пород Тувы привели В.И. Кудрявцев и А.И. Кудрявцева. Они рассмотрели петрографию изделий из кварцитов, яшм, аргиллитов, роговиков, опалов. Определены коренные источники нефритов, выходы которых обнаружены вблизи палеолитических стоянок.

Изучение каменных орудий требует описания петрофонда района, исследования функций орудий, определения технологических свойств пород, выявления местонахождений основных видов каменного сырья. Геологами разработана серия показателей, по которым определяются твердость, прочность, огнеупорность минералов и горных пород. Технологические свойства камней, которыми диктуются области их применения, зависят от минерального состава, текстурных и структурных особенностей, характера трещиноватости. Твердость минералов (именно минералов!) определяется по шкале Мооса, немецкого геолога. Он предложил определять этот показатель путем сравнения с десятью известными многим специалистам минералами в порядке возрастания их твердости: тальк – 1; гипс – 2; кальцит – 3; флюорит – 4; апатит – 5; полевошпат – 6; кварц – 7; топаз – 8; корунд – 9; алмаз – 10. Для горных пород важным показателем является прочность, которая определяется структурой (размером и формой слагающих породу зерен минералов), текстурой (расположением минералов в породе – однородным, полосчатым, пятнистым и др.). Дополнительными показателями являются плотность, пористость, абразивность, блочность. Именно эти свойства пород определяют области их использования.

На **прочность пород** влияют в основном твердость и упругость минералов, характер их расположения. Орудия ударного типа изготавливались главным образом из тонкозернистых горных пород, которым свойственна высокая степень сцепления минералов. К ним относятся силициты и фтаниты, диабазы, габбро-диабазы, эпидозиты, базальты, микрограниты, риолиты, дациты. Немаловажным фактором для выбора материала при изготовлении ударного орудия являлась также и масса камня, связанная с его плотностью. При изготовлении молотов и молотков предпочтение отдавалось более тяжелым породам, например диабазам и габбро, чья плотность достигает $3,0 \text{ г/см}^3$ (рис. 2.1).

Разноокрашенные силициты и черные фтаниты сложены сросшимися кремнистыми частицами размером менее $0,001 \text{ мм}$. Часто в них присутствует примесь слюдяных минералов, которыми обусловлена вязкость этих пород, необходимая для ударных орудий. Красные яшмы хотя и сходны с силицитами по валовому составу, содержат очень мелкие пластинчатые кристаллы гематита (оксида железа). Яшмы и силициты способны «давать отщепы», поэтому служили сырьем для изготовления наконечников стрел и других колющих и режущих орудий.



Рис. 2.1. Молот из габбро. Ишкининский рудник. Актюбинский криведческий музей. Фото А.М. Юминова

Базальты, риолиты и дациты, несмотря на разный состав, имеют сходные структуры. Основной объем этих пород (геологи пользуются термином «основная масса», в отличие от вкрапленников) представляет собой бывшее вулканическое стекло, которое замещено более поздними минералами. Но присутствие

таблитчатых, шестоватых выделений амфиболов, плагиоклазов, пироксенов лишает данные породы свойств, необходимых для получения отщепов.

Диабазы и габбро-диабазы сложены шестоватыми и таблитчатыми кристаллами амфиболов, пироксенов, плагиоклазов длиной 0,5–1,0 мм. Пространство между ними выполнено тонкозернистыми агрегатами этих же минералов. Эти породы выдерживают большую статическую нагрузку и в древности часто использовались в качестве наковален.

Эпидозиты отличаются от диабазов по соотношению удлиненных и изометричных минералов. Их основу слагает силикат (эпидот) в виде изометричных зерен, которые пронизаны игольчатыми выделениями амфибола. Такая структура (фиброгранобластовая) определяет очень высокую прочность и вязкость породы, необходимые для ударных орудий.

На абразивность пород влияют твердость и форма составляющих их минералов, прочность связи между ними, наличие пор. Под абразивами понимаются мелкозернистые вещества повышенной твердости, применяемые в массивном или измельченном состоянии для механической обработки материалов. Показатель абразивности – масса металла, снимаемого со стального стержня при истирании его необработанной поверхностью породы в стандартных условиях. Главным минералом, который определяет возможность применения пород района в качестве абразива, является кварц. Его твердость равна 7. Породы, содержащие кварц, служили абразивами, с помощью которых затачивали и шлифовали различные предметы. Среди пород с хорошими абразивными свойствами наиболее распространены песчаники и граниты. Кварц в них присутствует в виде изометричных зерен размером от долей миллиметра (песчаники) до 2–3 мм (граниты). Малые размеры слагающих их отдельных зерен увеличивали эффективность заточки металла. Истирание и быструю переработку более мягкого материала, например зерен пшеницы,

обеспечивали граниты и диабазы, с успехом использовавшиеся в качестве терочников.

Огнеупорность пород обусловлена огнеупорностью слагающих их минералов. Наиболее высокие показатели имеют такие минералы, как тальк и оливин (температура плавления соответственно 1500 и 1200 °С). Поэтому тальк- и оливинсодержащие породы употреблялись для изготовления литейных форм.

Еще одно свойство пород – **мягкость** – способность полировать металлические изделия. Наиболее благоприятны в этом отношении серпентиниты, сложенные чешуйчатыми агрегатами. Они и сами легко полируются, поэтому из них изготавливаются эффектные ритуальные предметы (наконечники булав и др.).

2.3. Петрофонд каменной индустрии Южного Урала

Изучение петрофонда каменных изделий Южного Урала проводилось для четырех поселений бронзового века, с севера на юг: Каменный Амбар, Куйсак, Аркаим, Аландское (рис. 2.2, табл. 2.2). Во всех этих поселениях присутствуют обломки медных руд и шлаков. Работы проводились совместно с Г.Б. Здановичем, А.В. Епимаховым, С.Я. Зданович, Т.С. Малютиной, Д.Г. Здановичем.

Петрофонд Аркаима

Аркаимская коллекция была изучена В.В. Зайковым и С.Я. Зданович [2000]. В ней содержится около 400 предметов из камня, 270 из них являются целыми и функционально определимыми обломками орудий труда, остальные – незначительными фрагментами предметов, гальками и обломками пород со следами обработки. Каменные изделия представлены 20 разновидностями, для изготовления которых использовано 26 типов горных пород. Исследованные орудия были разделены на три класса (табл. 2.3; 2.4):

I – орудия горно-металлургического и металлообрабатывающего производств;

II – орудия домашних производств и сферы быта;

III – оружие и предметы социальной атрибутики.

Горно-металлургические орудия – кирки, молоты, куранты, песты и молотки для дробления руды, терочные плиты. Они дают возможность восстановить процесс добычи и переработки руды.

Кирки – массивные орудия треугольной и трапециевидной форм с клиновидной рабочей частью длиной 14–16 см. Заготовки для орудий послужили плитки базальта и габбро-диабазы. Рабочий край заострен грубыми сколами.

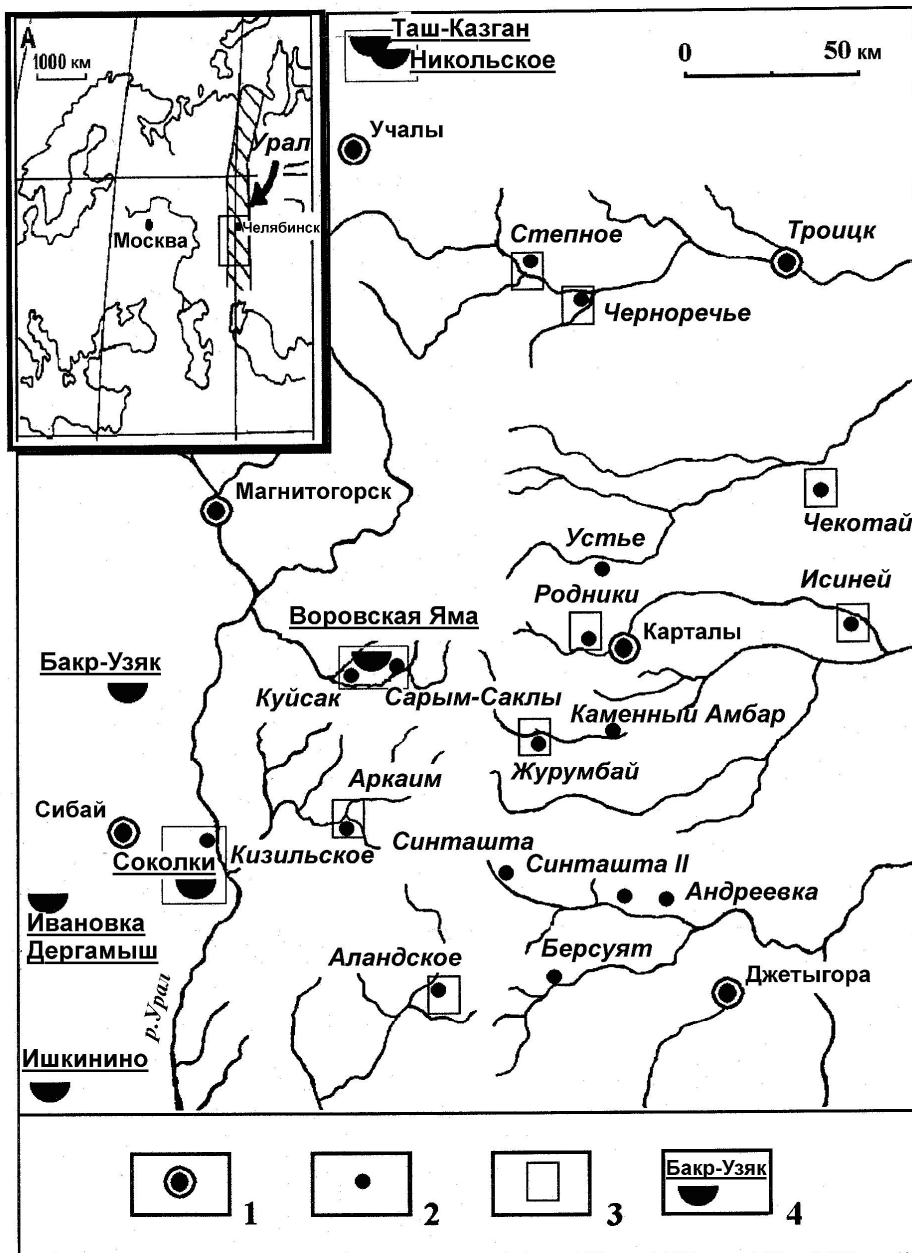


Рис. 2.2. Схема расположения древних поселений и рудников на Южном Урале.
 1 – населенные пункты; 2 – древние поселения; 3 – участки детальных работ;
 4 – древние рудники

Таблица 2.2

Петрофонд каменной индустрии Южного Урала

Поселения	Кол-во предметов	Кол-во горных пород	Горное дело	Металлообработка	Домашнее производство	Ритуальные	Оружие	Строительный материал	Минералы, фауна	Руды
Аркаим	400	26	5	5	2	2	3	Глиняные блоки	Горный хрусталь	Малахитовые, турмалин-малахитовые, бурый железняк
Аландское	150	32	4	5	2	2	4	Граниты, амфиболиты, сланцы	Горный хрусталь, опал, тальк, пиррофиллит, флогопит	Малахитовые
Куйсак	84	25	3	5	3	2	3	Силициты, диабазы, базальты	Тальк, белемнит	Малахитовые, серпентин-хромит-магнетитовые
Каменный Амбар	161	24	4	5	5	1	2	Граниты, амфиболиты, гнейсы	Горный хрусталь, тальк, гематит, гранат, раковины	Малахитовые, азурамалахитовые, хромитовые, титано-магнетитовые

Таблица 2.3

Классификация орудий труда (по С.Я. Зданович)

Класс	Группа	Тип	Количество	Примечания	
Орудия горно-металлургического и металлообрабатывающего производств	Горно-металлургические	Кирки	2	Представлены фрагментами	
		Молоты	7		
		Молотки для дробления	7		
		Песты и куранты	6		
		Терочники			
			Развертки	6	
			Ударные орудия	29	
			Литейные формы	5	
	Металло-обрабатывающие		Подставки	12	
			Наковальни	7	
Молотки дляковки			3		
Гладилки-выпрямители			71		
Абразивы					
Орудия домашних производств и сферы быта	–	Терки-ступки	2		
		Пряслица	1		
		Лоцила	2		
Оружие и предметы социальной атрибутики	–	Наконечники стрел	9	Представлены фрагментами	
		Топоры	2		
		Булавы	4		
		Навершия	1		

Молоты – крупные орудия, имеющие корпус удлиненных пропорций и прямоугольного сечения. Высота изделий 10–20 см, размеры в поперечнике 5–10 см. Орудия изготавливались из габбро-диабазы и крепились на рукояти, о чем свидетельствует один или два ряда выемок на ребрах корпуса. Инструмент имел две рабочие площадки со специальной предварительной обработкой. Орудия использовались для первичного дробления руды.

Куранты для дробления руды имеют округлую форму и значительный поперечник – 13–16 см. Орудия сделаны из дацита, рабочая поверхность неровная, все выступающие участки покрыты заломами. Куранты применялись на завершающей стадии переработки рудного сырья, производившейся в ступках или на терочных плитах. Причем, если песты предназначались для захвата одной рукой, то куранты были, несомненно, орудиями двуручными.

Песты для растирания руды имеют округлую рабочую площадку, заглаженную и затертую в процессе использования. Сырьем служили фтаниты и кварциты.

Таблица 2.4

Горные породы, употребляемые для изготовления каменных орудий на поселении Аркаим

№ п.п.	Типы орудий	Количество предметов	Горные породы																									
			песчаники	алевролиты	аргиллиты	известняки	силициты	фтаниты	яшмы	кварцито-песчаник	кварциты метасоматиты	эпидозиты	риолиты, дациты	трахиты	андезиты	базальты	габбро-диабазы	диабазы	габбро	микродiorиты	гранодиориты	микрограниты	граниты	снитьерпен	нефриты	талькиты	гнейсы	кристаллические сланцы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	Кирки	3					1									1			1									
2	Молоты	7					1	1				1	1	1			2											
3	Молотки	7					1				1	4			1													
4	Песты	5						3		1	1																	
5	Куранты	1											1															
6	Терочники	9			1								4							1			2					1
7	Развертки	5											1		1	2		1										
8	Ударные орудия	29					3				2	8	4	3	1	1	3	1	1			1	1					
9	Литейные формы	5																								4	1	

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
10	Подставки-наковальни	12					6					2	1			2			1									
11	Молотки для ковки	7					1				1	3								1					1			
12	Гладилки-выпрямители	3																						3				
13	Абразивы	50	21	8	2			1	3	3			3					2			1			4			1	1
14	Терки	2																				1	1					
15	Лоцила	3										3																
16	Наконечники стрел, копий	9					2		1	2	3															1		
17	Топоры	2										1							1									
18	Булавы и др. предметы с отверстием	5																					1			4		
19	Прочие изделия	40	4			2	5		1		2	2	2			3					1	5	2	7	1		2	1
	ИТОГО:	204	25	8	3	2	20	5	5	8	16	20	16	2	3	11	3	4	3	2	3	7	10	10	2	9	4	3

Терочки представлены довольно многочисленными обломками. Толщина плит 2–4 см, ширина 14–19 см, длина наиболее сохранившегося экземпляра 29 см. В качестве сырья использовался преимущественно микрогранит, в единичных случаях – микродиорит и кристаллический сланец. Орудия имеют ровные рабочие площадки и обработанные техникой пикетажа и шлифовки боковые грани. Рабочие площадки затерты, на них фиксируются выбоины.

Металлообрабатывающие орудия – литейные формы, подставки-наковальни, молотки дляковки, ложила, абразивы.

Литейные формы: односторонняя форма для изготовления двух серпов-стругов и двусторонняя форма для отливки стержней. В коллекции есть еще три обломка, не дающих полного представления о форме отливавшихся в них изделий. Оба целых экземпляра и два обломка изготовлены из талькита, один фрагмент – из гнейса.

Наковальни изготовлены из плит толщиной 5–11 см. Наиболее предпочтительным материалом был силицит, реже использовали базальт и риодацит, единичные экземпляры сделаны из габбро и эпидозита. Наковальни по размерам можно разделить на три типа: стационарные, переносные и мини-наковальни для отковки мелких изделий. Единственный в коллекции экземпляр стационарной наковальни имеет форму пятиугольной асимметричной призмы высотой 10 см и размером в поперечнике 20–22 см. Основание и рабочая площадка ровные. Вся верхняя площадка и выступ зашлифованы, ребра перехода к боковым граням по всему периметру сглажены специальной обработкой. Выступ и центральная часть рабочей площадки наиболее интенсивно использовались для работы – сохранились выбоины и царапины. На универсальных наковальнях боковые поверхности выровнены, углы и выступы стесаны и шлифованы. Следы использования в виде выбоин и царапин наблюдаются по всей центральной части орудий. Мини-наковальни имеют форму куба с гранями размером от 6 до 12 см и одной или двумя рабочими площадками, слегка выпуклыми до блеска заполированными, с тонкими штрихами.

Молотки имеют высоту 9–12 см, размеры в сечении 5–6 см. В качестве сырья использованы эпидозит, нефрит, силицит, микродиорит, гальки черного кремня и метасоматического кварцита. Орудия имеют более массивные рабочие основания и сужающуюся пятку, лишь отдельные экземпляры по форме близки к цилиндру. Корпус орудий практически не обработан: оббивкой и техникой пикетажа выполнены только углубления на ребрах для крепления рукояти. Рабочие площадки молотков слегка выпуклые с небольшими выбоинами – следами ударов. Характер износа рабочих поверхностей свидетельствует об использовании орудий и для дробления руды.

Гладилки-выпрямители, изготовленные из серпентинита, различны по формам и размерам. Признаками изделий этого типа являются сильно залощенные, до яркого блеска, рабочие площадки, расположенные на выпуклых

поверхностях. Два орудия выполнены на основе заготовок с круглым и квадратным сечениями размерами 3–4 см. Третье орудие имеет корпус усеченно-конической формы и овального сечения высотой 6,5 см. Торцы выпуклые размерами 7?3 см. Рабочая площадка расположена на узком конце изделия, а широкий служил рукоятью. Предполагается, что оно использовалось для работы с горячим металлом.

Абразивы выполнены, как правило, из необработанных плиток толщиной от 0,5 до 5 см. Наряду с односторонними, имеются экземпляры, у которых рабочими были две и даже три грани, чаще всего боковые. Наиболее часто использовались абразивные свойства песчаников и алевролитов, но находили применение и обломки из гранита и гранодиорита. Поверхности абразивов залощенные с плавными углублениями, желобками или узкими прорезями. Часть абразивов представлена оселками правильной призматической и овально-цилиндрической формы, изготовленными из песчаников и алевролитов.

Оружие и предметы социальной атрибутики. Наконечники стрел и копья имеют листовидную и треугольную формы с двусторонней обработкой. Изготовлены из силицита, кварцито-песчаника, кварцита метасоматического, яшмы.

Топоры – шлифованные изделия, сломаны в области отверстия для рукояти. Один экземпляр изготовлен из эпидозита, другой – из габбро; диаметр отверстий 2,5 см.

Булавы и наверхия сделаны из серпентинита, талькита и нефрита. Реконструируется одно изделие грушевидной формы, высота около 5 см, диаметр около 7 см, отверстие сквозное диаметром 2 см. Наверхие имеет высоту 6,5 см и диаметр основания 3 см, со штифтом для насадки.

Предполагаемые места добычи горных пород. Добыча горных пород в районе Аркаима, судя по петрофонду каменных изделий, проводилась из многих источников, в небольшом объеме, но до настоящего времени явные следы разработок не сохранились. Достаточно точно можно определить лишь места добычи редких для района горных пород, образующих сравнительно небольшие выходы. Среди них можно назвать эпидозиты, яшмы, известняки (рис. 2.3). Для других пород, таких как серпентиниты, талькиты, кварциты метасоматические и кварцито-песчаники, можно только очертить предполагаемые места добычи.

Выходы эпидозитов располагаются в 2 км к югу от городища Аркаим в русле и бортах субширотного лога. Геологическое положение этих пород определяется приуроченностью к основанию палеовулканического сооружения риодацитового состава. Эпидозиты встречаются на трех локальных участках площадью по 100–500 м² и развиты по базальтам и туфопесчаникам. Важным фактором, определяющим применение эпидозитов для изготовления молотков и кувалд, являлась система трещин, которыми породы разбиты на параллелепипедальные блоки.

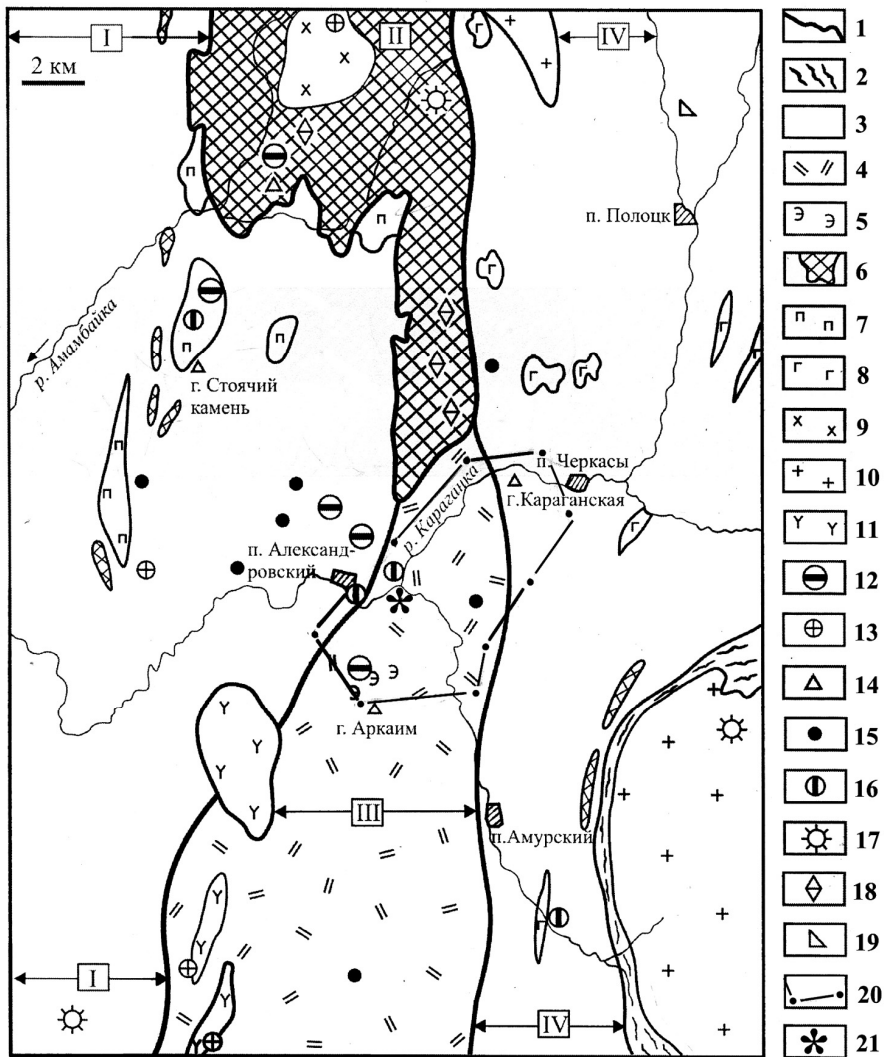


Рис. 2.3. Структурно-формационная схема района заповедника Аркаим (Зайков, 1991, с использованием данных Г.И. Чайко, А.В. Ярковой, Э.В. Шалагинова и др.).

1 – границы структурно-формационных зон (I – Кондуровская; II – Амамбайская; III – Аркаимская; IV – Амурская); 2 – гнейсы и кристаллические сланцы (PR); 3 – осадочно-вулканогенные комплексы палеозоя нерасчлененные; 4 – трахириолиты и трахибазальты (C₁); 5 – эпидозиты; 6 – серпентиниты; 7–11 – магматические комплексы: 7 – сахаринский (габбро, пироксениты, D₂–D₃); 8 – черкасинский (габбро-диабазы, гранодиориты, плагиограниты, C₁); 9 – амамбайский (сиениты, монцониты, диориты, C₁); 10 – суундукский (граниты, P); 11 – малочекинский (сиениты, граносиениты, P₂); 12–19 – местонахождение полезных ископаемых: 12 – золота, 13 – железа, 14 – хромитов, 15 – марганца и яшм, 16 – сульфидов свинца, цинка, меди, 17 – минералов Mo, W, Be; 18 – талька; 19 – горного хрусталя; 20 – контуры заповедника Аркаим; 21 – поселение Аркаим

Яшмы обнажаются в нескольких километрах западнее пос. Александровского, на Лисьих горах. Они встречены в полосе шириной 300–500 м и протяженностью около 3 км. Скалы, сложенные этими породами, имеют высоту 2–3 м и поперечник до 10–20 м. Среди разновидностей яшм встречены разности, аналогичные тем, которые употреблялись для наконечников стрел и скребков. Это однотонные красные скрытокристаллические породы с характерным раковистым изломом. Они слагают блоки поперечником 2–5 м на скалах в южной части Лисьих гор.

Известняки образуют выходы на левобережье р. Большой Караганки в районе пос. Кондуровский. Выделяются два участка этих пород, образующих синклинальные складки. Известняки белые и светло-серые, однородные и слоистые с остатками кораллов, брахиопод, мшанок.

Тальковые и тальк-карбонатные породы, серпентиниты образуют выходы в левом борту балки Сосновый Дол. Талькиты имеют светло-серый, желтовато-серый цвет, жирные на ощупь. Преобладают плитчатые разности, однако встречаются и массивные образования, пригодные для изготовления различных предметов.

Метасоматические кварциты образуют несколько тел в восточной и северной частях заповедника среди верхне- и среднедевонского риолит-базальтовых комплексов. Кварциты серые и желтовато-серые массивные с зернистым и раковистым изломами.

Кварцито-песчаники, употреблявшиеся для наконечников стрел, обнаружены восточнее исследованной площади, в районе пос. Новинка. Вблизи него есть и выходы кварцевых жил с кристаллами горного хрусталя, подобные обнаруженным в могильнике Караганском близ Аркаима.

Менее достоверно устанавливаются места добычи таких широко распространенных в районе пород, как риолиты, базальты, песчаники, диабазы, габбро, граниты. Принимая во внимание характер обнаженности района, что определяет возможность добычи сырья, можно высказать следующие предположения. Риолиты образуют скалы на правом берегу Большой Караганки в 1,5 км к западу от Аркаима и в Сухом логу в 2 км южнее городища. Наиболее удобен для добычи базальтов район в 2–4 км к северу от городища Аркаим. Источником разного рода гранитоидов могли служить два массива: у горы Кудрявой (район пос. Кондуровский) и Суундукский (район пос. Калининский). Пока мы не располагаем сведениями относительно источников «рядовых» пород – силицитов, фтанитов. Вероятно, они могли добываться из блоков силурийских отложений в районе пос. Амамбайска, в 20 км севернее Аркаима.

Таким образом, анализируя состав горных пород, применявшихся для изготовления различных орудий и предметов, можно сделать три вывода.

Во-первых, все они имеют местные источники добычи, поскольку широко распространены в районе. Даже выходы такой относительно редкой разновидности, как эпидозиты, находятся всего в 2 км к югу от городища.

Во-вторых, выделяются породы строго (или преимущественно) функционального назначения и повсеместного употребления, а именно: наконечники стрел и сверла изготовлены из кремнистых пород с острыми режущими гранями, для абразивов использованы обломочные породы с зернами кварца, литейные формы сделаны из гладких серпентинитов с высокой огнеупорностью.

В-третьих, использование пород определялось не только их физико-механическими свойствами, но и ориентировкой систем трещин. Именно эта причина обусловила использование «вязких» эпидозитов, в которых развита призматическая отдельность, для изготовления молотков, а базальтовых и риолитовых лав с клиновидной системой трещин – для мотыг.

Петрофонд поселения Аландское

Укрепленное поселение (городище) Аландское находится в 60 км юго-восточнее Аркаима, на левом берегу р. Суундук в устье р. Солончанка. Возраст городища около 4000 лет, оно неоднократно перестраивалось и существовало, по-видимому, достаточно долго. Поселение огорожено валом шириной 5–10 м и высотой 0,5–0,7 м, имеющим в плане форму овала размером 170×200 м восток-северо-восточной ориентировки. Непосредственно к валу примыкает ров шириной 9–10 м. Вдоль внутренней границы рва по всему периметру поселения через 3–10 м обнаружены выходы каменных плит, поставленных на ребро. Крепостная стена обложена двумя рядами камней. Кладка носит упорядоченный характер и образует два замкнутых круга: внутренний выложен темными крупноблочными амфиболитами, внешний – плитчатыми светло-серыми гранитами с небольшим количеством зеленовато-серых серицит-хлорит-кварцевых сланцев. Петрофонд поселения изучен А.М. Юминовым, Д.Г. Здановичем и Т.С. Малютиной.

При раскопках жилищ поселения было поднято 150 образцов каменного материала, включающих целые орудия и их обломки, образцы медных руд и флюсовых добавок, металлургические шлаки и минеральное сырье. Из этих пород было изготовлено 17 типов предметов, набор которых близок к аркаимской коллекции (табл. 2.5). Вблизи поселения известны рудные поля с колчеданной, золоторудной, кварцевой минерализацией, чем обусловлено большее разнообразие минералов: горного хрусталя, талька, пиррофиллита, флогопита, минеральных красок, опала, азурамалахита. Отличительной особенностью памятника является широкое использование камня для устройства оборонительных сооружений.

Строительные материалы. Каменными плитами вымощены поверхность рва и основание стен. Для обкладки использовались амфиболиты (60–70 % от общего объема пород), граниты (30–40 %) и кварц-серицит-хлоритовые сланцы (менее 5 %). Кроме перечисленных пород, в районе восточных ворот поселения обнаружены изометричные глыбы размером 30–40 см молочно-

Горные породы, использованные для изготовления

№ п/п	Каменные орудия	Кол-во предметов	Горные										
			яшмоид	фтанит	силицит	известняк	опока	кварцевый песчаник	кварцит	кварцит углистый	чаграйский песчаник	диабаз	базальт
1	Обломки и заготовки для орудий, отщепы и нуклеусы	28	2	1	6	1		1		4		2	3
2	Молот	8	1									1	
3	Наковальня	1											
4	Отбойник	1											
5	Зубило	1											
6	Пест	5	1									3	
7	Терочник	6						2					
8	Абразив	8						1	3		2		
9	Лошило	11			1	3	1			1			2
10	Наконечники стрел	7	1	1	1								
11	Наконечники копий	2							1				
12	Мотыга	1											
13	Лопатка для перемешивания	2											1
14	Крышка кувшина	2											2
15	Пряслице	6											
16	Грузик	4											
17	Литейная форма	3											
18	Ритуальные топоры	5											
19	Тальковое сырье	4											
20	Минеральные краски	7											
21	Минералогические образцы	5											
22	Металлургические флюсы	5									1		
23	Медные руды	5											
24	Металлургические шлаки	17											
ИТОГО		144	5	2	8	4	1	4	4	5	3	6	8

Таблица 2.5

каменных орудий на поселении Аландское

породы																				
риолит	гранит	серпентинит	амфиболит	пироксенит	эпидозит	chl-ser-q сланец	азуриг	малахит	азурмалахит	халцедон	опал	карбон.-глинистая масса	лимонит	кальцит	анкерит	магнезит	тальк	пирофиллит	флогопит	горный хрусталь
4			2	1		1											1			
3			2		1															
			1																	
			1																	
			1																	
1																				
	4																			
	1					1														
1						1											1			
										3										1
			1																	
						1														
			1																	
						1											5			
	1					1											2			
																	3			
		2															3			
																	4			
							1					2	1	1	1					
												1						2	1	1
											4									
							3	2												
9	6	2	9	1	1	6	1	3	2	3	4	1	2	1	1	1	18	2	1	2

Рис. 2.4. Вскрытие каменной облицовки стен Аландского городища

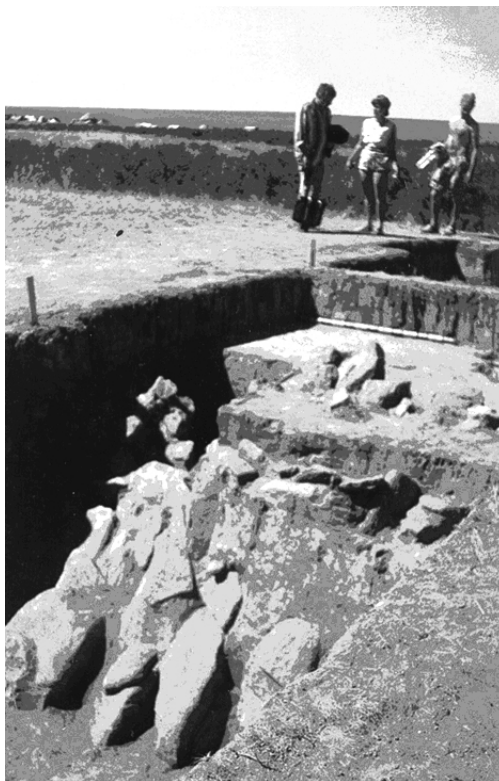
белого, реже буровато-серого ожелезненного жильного кварца. Кварцевые развалы расположены, как правило, за пределами каменной облицовки стен. Они не образуют замкнутого кольца и встречаются в виде одиночных глыб. Исключением является кварцевая выкладка, обнаруженная на небольшом участке северной стены городища. Здесь глыбы белого кварца выложены в хорошо выделяющуюся на темном фоне амфиболитов субширотную прямую полосу длиной около 5 м.

Исходя из данных, полученных при раскопках городища и петрографического анализа горных пород, были проведены расчеты, позволяющие определить минимальное количество каменного материала, необходимого для облицовки стен городища. Принимая во внимание усредненные значения толщины каменных блоков, А.М. Юминов подсчитал, что для облицовки стен городища Аландское было использовано 250–300 т гранита и 400–450 т амфиболита.

Минеральное сырье. На поселении Аландское выявлены образцы талька, минеральные краски, флюсовые добавки, медные руды, а также отдельные минералогические образцы.

Тальковое сырье широко распространено в культурном слое поселения. Многочисленные обломки каменных изделий, отдельные куски породы отмечены в разных горизонтах и по всей площади поселения. Помимо плотных агальматолитовидных разновидностей талька на городище широко использовались и тальковые сланцы с толщиной плиток 0,5–1,5 см. Они могли применяться как добавка в керамические массы или же употреблялись в качестве огнеупорной обмазки внутренней поверхности металлургических печей.

К минеральным краскам отнесены мономинеральные образования, содержащие характерный красящий пигмент. Буровато-коричневая краска представлена непрочными легкими микропористыми агрегатами. Рентгенофазовый анализ выявил наличие анкерита. Синяя краска сложена плотными мелкозернистыми агрегатами азурита. Цвет порошка синий с различными



оттенками, на поверхности более светлый до голубого. Содержит незначительное количество зерен малахита. Краска желтовато-кремового цвета состоит из зерен кальцита величиной 1–2 мм, слабо сцементированных, легко крошится в руках, излом неровный землистый. Цвет порошка светло-серый. Желтая краска представлена зернистым ярозитом. Минерал имеет стойкий серовато-желтый цвет, из-за чего и применяется в качестве хорошей краски с древнейших времен до наших дней. Белая краска сложена мелко- и тонкозернистыми агрегатами светло-серого цвета со слабым желтоватым оттенком, в порошке – белого цвета с матовым блеском. Согласно данным рентгенофазового анализа, материал представляет собой мономинеральный магнезит.

Минералогические образцы, как правило, не имеют значимого практического применения и могли служить только в качестве необычного и познавательного материала. Большинство из них не обнаружены в коренном залегании пород указанного района, и, возможно, были принесены из месторождений, расположенных за десятки километров от поселения.

Пирофиллит-дистен-кварцевый метасоматит – твердая горная порода светло-серого цвета, лепидогранобластовая слаборассланцованная. В современном производстве может использоваться как высокоглиноземистое огнеупорное сырье.

Кварц-серицит-пирофиллитовый метасоматит слагает плитки светложелтого цвета, мягкие, легко режущиеся ножом. По физико-механическим и огнеупорным свойствам пирофиллит близкий аналог талька и в бронзовом веке с успехом мог использоваться для производства литейных форм или тиглей и ритуальных предметов. Находки древних орудий, изготовленных из него, до настоящего времени на Урале не были известны.

Пирофиллитсодержащие породы, по минеральному составу и текстурно-структурным характеристикам аналогичные найденным на территории поселения, известны в Теренсайском рудном районе, расположенном в 50 км к юго-западу от городища (месторождение Кумус-Тюбе, Оренбургская область).

Флогопит – слюда темно-зеленого цвета с редкими светло-серыми игольчатыми блестками, блеск стеклянный, местами перламутровый. Форма листоватая в виде равностороннего шестиугольника поперечником 3–4 см. Образец полупрозрачный, хрупкий, обладает весьма совершенной спайностью, при нажатии легко разделяется на более тонкие пластинки.

Карбонатно-глинистая конкреция светло-серого цвета шарообразной формы диаметром 2,5–3 см. Пустотелая, при встряхивании слегка гремит. Подобные породы известны в районе поселения Аркаим, и, возможно, были принесены оттуда.

Жильный кварц найден в виде обломков размером от 2–3 до 5–7 см в поперечнике. Форма изометричная, реже плитчатая, иногда близкая к шарообразной. До сих пор окончательно не выяснена функциональная роль найденного кварца.

Опалы розоватого и буровато-серого цветов, с сильным жирным блеском, характерным раковистым изломом представлены остроугольными обломками величиной 3–5, иногда до 8 см и обычно сложены в небольшие кучки. Опалы присутствуют в корах выветривания гипербазитов Аландского района. Кроме этого, известны три медных месторождения Урала (Летнее, Гайское и Дергамышское), где отмечены опалы.

Горный хрусталь найден в виде обломка кристалла размером 1×15×2 см. Источником образца может быть хрусталеносное поле в 10–20 км к югу от поселения.

Часть каменного материала по специфическому минеральному составу и мелкораздробленному состоянию можно отнести к флюсовым добавкам. Они применялись для металлургического передела руд, помогая раскислять шлак и снижая температуру его плавления. Это относится прежде всего к многочисленным находкам специально раздробленного до фракции 3–5 см песчаника, цементированного гидроксидами железа. Данные породы содержат компоненты, необходимые для раскисления шихты при плавлении медной руды.

Окремненный органогенный известняк светло-коричневого цвета с хорошо различимыми отпечатками ракушек. Возможно, этот «чудной» камень мог быть использован в качестве талисмана или своеобразного оберега.

Медная руда найдена на поселении в ограниченном количестве и представлена корками и почками малахита и сопровождающей его медной зелени, развивающимся по розоватым глинистым сланцам и вулканогенно-осадочным породам. Обнаружен кусочек руды азурит-малахитового состава, который типичен для зон окисления большинства медноколчеданных месторождений Урала.

Образцы медных руд, несмотря на огромное количество разнообразных металлургических шлаков, следует отнести к одним из наиболее редко встречаемых находок. Они имели важное практическое значение и к ним относились бережно.

Предполагаемые места добычи горных пород. Как уже отмечалось, с геологических и минерально-сырьевых позиций место расположения поселения выбрано очень удачно. В пределах района непосредственно на дневную поверхность выходит большой набор горных пород, включающий как магматические (граниты, гранодиориты), метаморфические (амфиболиты, кварциты, серпентиниты, кварц-серицит-хлоритовые, кварц-серицитовые сланцы, тальк-карбонатные, хлорит-тальковые породы), так и осадочные образования (различного рода песчаники, железистые гравелиты). Имеются также выходы хрусталеносных кварцевых жил и медных руд.

Добыча горных пород проводилась из многих источников, однако сравнительно небольшие объемы разработок (за исключением добычи строительного материала) и последующая (вплоть до настоящего времени) эксплуата-

ция отдельных месторождений привели к тому, что большинство древних каменоломен было уничтожено. Минералого-петрографический анализ каменных орудий позволяет примерно указать район, в котором происходила добыча подобных горных пород в бронзовом веке.

Поле амфиболитов расположено в непосредственной близости от поселения. Южная граница находится северо-восточнее устья р. Кара-Бутак. В 2 км к юго-востоку от городища обнаружены выходы гранитов, часть из которых имеет матрацевидную отдельность. Это позволяет с минимальными усилиями, при помощи деревянных рычагов и клиньев, добывать каменные плиты.

Серпентиниты и талькиты встречаются в 10–15 км к югу от поселения на правом склоне р. Байтук в пределах Байтукского гипербазитового массива. Массив сложен сильноизмененными породами. В его центре преобладают антигоритовые серпентиниты с примесью карбонатов и талька. В краевых частях гипербазиты превращены в тальковые и тальк-карбонатные метасоматиты.

Выходы хрусталеносных кварцевых жил отмечаются на водоразделе рек Байтук и Солончанка. Известны развалы семи кварцевых жил северо-восточного простирания среди эффузивной толщи. Длина жил до 100 м, мощность 0,35–1,0 м.

Рудопроявления меди прослеживаются в виде полосы шириной 4–8 км от среднего течения р. Солончанка на юго-запад до прииска Айдырлинского и далее на юго-восток до пос. Екатериновка. Наиболее благоприятны для локализации оруденения вулканогенно-осадочные образования девона, которые вмещают Айдырлинское медноколчеданное месторождение. Однако признаки древних разработок не обнаружены.

Петрофонд поселения Куйсак

Укрепленное поселение Куйсак расположено в 50 км севернее Аркаима. Поселение многослойное, предполагаемый возраст XVIII–XVII вв. до н. э. Для определения типов пород, использовавшихся в древности, проведено петрографическое изучение 84 каменных предметов. Были обследованы 19 видов каменных орудий, изготовленных из 25 типов горных пород и минералов (табл. 2.6).

Большая часть предметов относится к ударным орудиям различного рода (молоты, наковальни, отбойники и др.), после чего следуют абразивы (пески, терочники, собственно абразивы и ложила), далее идут режущие-колющие орудия (скребки, ножи, наконечники стрел), затем литейные формы (рис. 2.5), орудия специального назначения (пряслица, грузила для сетей) и ритуальные предметы, по форме имитирующие настоящие орудия, но изготовленные из мягкого «нерабочего» материала. Таким образом, набор предметов в целом аналогичен поселениям Аркаим и Аландское.

Горные породы, использованные для изготовления

№ п/п	Каменные орудия	Кол-во предметов	Горные							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Обломки и заготовки для орудий, отщепы и нуклеусы	21	5	3	2	4	2			
2	Ударное орудие	10	2	4	2			1	1	
3	Молот	4			2					1
4	Отбойник	2		1		1				
5	Наковальня	2			1					
6	Лощило, утюжок	6	2			1		1		
7	Абразив	3								
8	Терочник	3			1					
9	Пест	2			1					
10	Скребок	6	6	1						
11	Режущее орудие, нож	4	2				1			
12	Наконечник стрелы	2	2							
13	Литейная форма, тигль для выплавки меди	5								
14	Тальковое сырье	1								
15	Грузило для сетей	3								
16	Пряслице	1								
17	Кельт, топор, булава	3								
18	Предмет из жертвенника	2								
19	Каменный диск	1								
ИТОГО		82	19	9	9	6	3	2	1	1

Примечания. 2–5 – орудия дляковки и дробления; 6–9 – орудия для истирания и обработки поверхности; 10–12 – режуще-колющие орудия; 13 – металлургия и литье; 14–16 – добавка в керамику (?); 17–18 – ритуальные предметы, 19 – назначение не определено.

Жирными цифрами в таблице обозначены следующие породы: **1** – силицит, **2** – яшма, **3** – диабаз, **4** – кварц, **5** – фтанит, **6** – дацит, **7** – эпидозит, **8** – габбро, **9** – кварцит,

Таблица 2.6

каменных орудий на поселении Куйсак

породы																
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	1				1						1	1		1		
1																
													1			
1			1		1											
	1	2														
				2												
	1															
								1								
							3	1	1							
										1						
						2	1									
								1								
					1			1	1							
															1	1
				1												
2	3	2	1	3	3	3	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1

10 – кварцевый песчаник, **11** – песчаник, **12** – кварцит по известнякам, **13** – гранит, **14** – серпентинит, **15** – аргиллит, **16** – талькит, **17** – хлорит-тальковая порода, **18** – карбонат-хлорит-тальковая порода, **19** – тальк, **20** – актинолит-хлорит-мусковитовая порода, **21** – песчаник с прослоем фтанита, **22** – базальт, **23** – алевролит, **24** – бурый железняк, **25** – окаменелости древних животных.

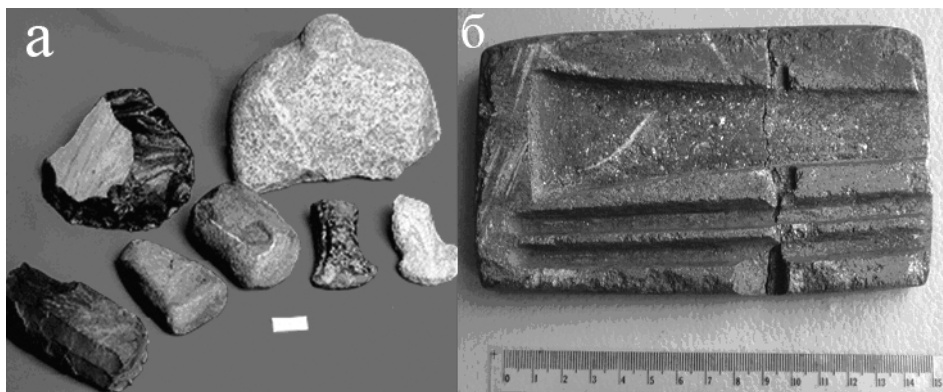


Рис. 2.5. Каменные орудия и литейная форма из поселения Куйсак (слева), поселения Устье (справа). Фото А.М. Юминова

Обращает на себя внимание большое количество *литейных форм* (5 предметов), обнаруженных при раскопках городища. Это указывает на высокое развитие медеплавильного и литейного дела на поселении, которое могло базироваться на сырье, добытом из расположенного поблизости древнего медного рудника Воровская Яма. Тигли для выплавки меди и литейные формы изготовлены из плотных агальматолитов, зеленовато-серых тальковых и хлорит-тальковых пород.

На поселении найден еще один вид тальковых пород – мономинеральные (состоящие исключительно из талька) сланцы. Это породы светло-серого, зеленовато-серого и розовато-серого цвета, очень мягкие и мыльные на ощупь. Они рассланцованы до плиток толщиной 0,5–1,5 см. В отличие от агальматолитоподобных талькосодержащих пород, данные образования обладают непрочной сланцеватой текстурой, в результате чего материал при малейшем усилии легко разламывается по плоскостям рассланцевания на все более мелкие и тонкие плитки. Рассланцованные породы не поддаются обработке, из них невозможно вырезать ни литейной формы, ни тигля. Сланцы могли использоваться только в растолченном виде. Вероятное их применение после обязательного дробления – добавки талькового порошка в керамические массы или употребление в качестве огнеупорной обмазки внутренней поверхности металлургических печей.

Ритуальные предметы сделаны из легко обрабатываемых горных пород. Топор (обломок размером 5×5 см) выточен из темно-зеленых пятнистых карбонат-хлорит-тальковых пород. Пятнистую текстуру породы определяют карбонаты, образующие множество изометричных, реже – прожилковатых (2–3 мм) выделений желтовато-серого цвета. В породе присутствует редкая вкрапленность (1,5 мм) кристаллов магнетита. Кельт изготовлен из серовато-зеленых однородных тальк-хлоритовых пород с редкими (0,1–0,2 мм) блестя-

ками чешуйчатого талька по сколам и царапинам изделия. Булава выточена из светлого серовато-зеленого пятнисто-сетчатого серпентинита.

Обломок *белемнита* – древнего морского организма с внутренней раковиной. В народе он называется «чертовым пальцем». Длина белемнита около 7 см, диаметр до 1,2 см, кончик конусовидный. Цвет желтовато-медовый, насыщенный, очень сочный. Раковина сложена арагонитом и просвечивает на солнце. Данных о нахождении раковин белемнитов в районе поселения Куйсак нет. Этот предмет имеет не местное происхождение, привезен издалека. Ближайшие находки белемнитов на Урале известны в 200 км к юго-западу от поселения. Возможно, он заинтересовал своей необычной формой нашего любознательного предка и был привезен на поселение.

Из наиболее часто используемых горных пород для изготовления орудий на поселении следует отметить силицит (6 типов орудий, 20 предметов), диабаз (5 типов орудий, 8 предметов) и красноцветную яшму (3 типа орудий, 9 предметов). Данные породы являются наиболее универсальным сырьем для изготовления каменных орудий различного назначения. Выходы силицитов и диабазов расположены в непосредственной близости от городища, гальки красноцветных яшм часто встречаются в аллювиальных отложениях рек Куйсак и Зингейка.

Талькосодержащие породы могли служить материалом для вытачивания литейных форм (6 предметов). Использование других пород: песчаников, дацитов, гранитов, серпентинитов на городище Куйсак менее распространено (по 2–3 предмета). К настоящему времени выявлены лишь единичные находки орудий, сделанных из габбро, базальта, алевролитов и кварцитов, хотя данные породы достаточно часто встречаются на территории района.

Петрофонд поселения Каменный Амбар

Укрепленное поселение Каменный Амбар находится в 80 км к северо-востоку от Аркаима. Петрографически изучен 161 каменный артефакт из коллекций Н.Б. Виноградова, А.В. Епимахова, Л.Н. Коряковой. Как показали исследования А.М. Юминова, всего для изготовления 17 видов каменных предметов древними мастерами использовано 24 типа горных пород и минералов различного происхождения (табл. 2.7). Все предметы по характеру использования были разделены авторами коллекций на шесть основных групп: абразивные и полировальные материалы, режуще-колющие орудия, орудия ударного действия, ритуальные и культовые предметы. Кроме того, коллекции содержат образцы горных пород, применяемых в качестве минерального сырья, строительного камня и медных руд.

Большая часть из обнаруженных орудий относится к **абразивам** (41 % от общего объема выборки). Орудия представлены пестами, терочниками, точильными камнями, ложилами всевозможных форм и др. К группе режуще-колющих предметов относятся *наконечники копий и стрел, ножевидные*

Таблица 2.7

Петрофонд орудий административно-культового комплекса Гонур Дене

Горные породы	Количество, шт.	Количество, %	Ударные		Реж.-кол.	Абразивные											
			ударники	рубила	ножирезцы	точильные камни				лощи-ла	песты				ступки		терочные плиты
						1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Известняк темно-серый до черного	3	2,5		1							1	1					
Известняк розовато-коричневый	2	1,6								1							1
Известняк зеленовато-серый	6	5,0								1	3	1	1				
Известняк окремненный	2	1,6	2														
Мергель	2	1,6														2	
Силицит зеленый	7	5,8			1					1	2	2					
Силицит буровато-серый	2	1,6	1											1			
Алевропесчаник темно-серый	11	9,2		3						2	3	3					
Алевропесчаник красно-коричневый	2	1,6		1						1							
Песчаник кварцевый мелкозернистый	12	9,9									1	1	3		1	6	

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Песчаник кварцевый разнозернистый	5	4,1							1				2		1	1	
Песчаник полимиктовый разнозернистый с гипсовым цементом	4	3,3						4									
Песчаники тонкозернистый	6	5,0				3					1				1	1	
Песчаник полимиктовый мелкозернистый	21	17,5		1		2	1	2	1		5	3		1	1	2	2
Песчаник полимиктовый мелко- и среднезернистый	18	14,9					2				3	4	3	2	2	2	
Песчаник полимиктовый крупнозернистый	2	1,6					1									1	
Песчаник полимиктовый крупно- и грубозернистый	6	5,0							1	1		1	1		2		
Гравипесчаник полимиктовый	8	6,6									4		1		1	1	1
Конгломерат	1	0,8															1
Кварц-гематитовые породы	1	0,8										1					
ИТОГО:	121	100	3	6	3	5	4	6	3	7	23	16	11	4	9	16	5

Примечания. **1** – с плоской рабочей поверхностью; **2** – с плоско-выпуклой рабочей поверхностью; **3** – с выпуклой рабочей поверхностью; **4** – с вогнутой рабочей поверхностью; **5** – штыреобразные (классические); **6** – утолщенные (утюжки); **7** – плитчатые; **8** – сферические; **9** – с плоской рабочей поверхностью; **10** – с вогнутой рабочей поверхностью

пластины и скребки. В целом они составляют 9,3 % от общего числа орудий, найденных на поселении. Количество изделий ударного действия (к ним относятся разные **молоты, отбойники, зубила** и др.) относительно невелико и составляет 5,8 %. Орудия специального назначения, предназначенные для металлургического производства (**литейные формы, изложницы**), составляют около 3,5 %, такое же количество приходится на **ритуальные и культовые изделия.**

Очень большое количество предметов, назначение которых, точно не установлено (21 %, 18 шт.). В основном они имеют вид **каменных дисков.** Диски изготовлены в двух спецификациях: маленькие – диаметром до 9 см (13 шт.) и большие – диаметром 12–13 см (5 шт.). Изделия имеют форму, близкую к округлой. Толщина их колеблется в пределах 1–2,5 см. Для маленьких предметов характерно большее разнообразие в размерах. В этой группе наряду с наиболее распространенными дисками диаметром 7–9, встречаются единичные изделия диаметром 4 и 6 см. Предметы изготовлены путем отбивки краевых частей от плитчатой каменной заготовки до придания им дисковидной формы. Диски в подавляющем большинстве изготавливались из хлорит-альбит-серицит-кварцевых метасоматитов. Вероятно, часть каменных дисков дополнительно обработана, о чем свидетельствуют обломки, на которых сохранились следы шлифовки. Подобное производство уникально и не встречается ни на одном из поселений Страны городов.

На поселении выявлены **орудия металлургического производства,** в том числе **литейные формы, тигли и изложницы.** Это указывает на высокое развитие медеплавильного дела. К сожалению, большинство находок дошло до нас в виде обломков. Целые хорошо сохранившиеся орудия встречаются крайне редко. **Тигли** для выплавки меди и литейные формы изготовлены из плотных зеленовато-серых тальцитов и карбонат-тальковой породы – зеленовато-серой однородной с крупночешуйчатыми (1–2 мм) агрегатами талька.

На поселении обнаружено большое количество **ритуальных и культовых предметов.** Ритуальный топор выточен из серпентинита. Пятнистую текстуру породы определяют выделения карбонатов, образующие множество изометричных, реже прожилковатых (2–3 мм) выделений желтовато-серого цвета. В породе присутствует редкая вкрапленность кристаллов хромшпинелидов поперечником 0,5–1,5 мм.

Минеральное сырье, руды и образцы минералов. Сюда входят минеральные краски, флюсовые добавки, медные руды, а также отдельные минералогические образцы.

Кристаллы кварца и горного хрусталя различного размера (3–7 см) и качества от прозрачных до молочно-белых с многочисленными трещинами и сколами. Ребра нечеткие со следами закругления, скорее всего, это результат обработки в водном потоке (реке). Подобные кристаллы могли быть использованы в качестве амулетов или украшений.

Тальковое сырье широко распространено на поселении. Многочисленные обломки каменных изделий, отдельные куски породы отмечены в разных горизонтах и по всей площади поселения. Здесь же обнаружены многочисленные обломки тальковых сланцев.

Медная руда найдена на поселении в ограниченном количестве и представлена миллиметровыми корками и почками малахита и сопровождающей его медной зелени, развивающимися по серпентинитам и вулканогенным породам. Обнаружены кусочки руды азурит-малахитового и малахит-магнетитового состава.

Гетит-гематит-кварцевые бобовины – коричневые, темно-коричневые и буровато-коричневые образования шаровидной формы диаметром 1,2–1,5 см, с окатанной или неровной поверхностью.

Окаменелые остатки древних организмов представлены обломком раковины гигантопродуктуса, жившего более 400 млн лет назад, и двустворчатого моллюска. Подобные остатки известны в районе Магнитогорского рудного поля в карбонатных отложениях каменноугольного возраста.

Строительные материалы. Подавляющее количество добываемого камня связано с использованием его для строительных работ. Каменными плитами вымощены поверхность рва и основание стен. Размеры плит 15–20×20–30 см при толщине 5–7 см. Материал на 95–98 % представлен гранитом серым мелкозернистым с редкими крупными (5–7 мм) выделениями белого полевого шпата. Слюдистая составляющая сложена в основном биотитом (5–10 % от объема породы) с редкими блестками мусковита. Порода прочная, но ребра большинства плит сильно сглажены, что, вероятно, связано с дополнительной ручной обработкой блоков. Выходы подобных пород фиксируются в 1,5 км к западу от городища. Обкладка однослойная, в редких случаях за ней отмечены единичные плиты темно-серых мелкозернистых амфиболитов.

Сравнение петрофунда древних поселений Южного Урала

Набор горных пород, известных на территории района, очень широк. Среди них различают несколько крупных генетических групп (осадочные, вулканогенные, плутонические, метаморфические, метасоматические, гидротермальные), формирование которых происходило при различных физико-химических условиях, в результате чего породы характеризуются различными свойствами (см. табл. 2.1). Все перечисленные породы имеют местное происхождение и выходят на дневную поверхность в нескольких километрах от поселений.

В целом каменные орудия, обнаруженные на городищах, по форме, характеру обработки и размерам практически неразличимы. Это можно сказать и о выборе материала, шедшего на их изготовление. Вместе с тем следует отметить, что для поселения Каменный Амбар характерно развитое произ-

водство абразивных и полирующих орудий, а также каменных дисков (см. табл. 2.2).

Жители изученных поселений учитывали физические свойства горных пород при изготовлении орудий. Например, наконечники стрел и сверла изготовлены из кремнистых пород с острыми режущими кромками обломков. Для абразивов использованы исключительно породы с зернами кварца, для ударных орудий применялись силициты, кварциты. Фигурные предметы сложной формы (грузила, пряслица, ритуальные топоры, булавы и др.) вырезаны из вязкого мягкого материала – серпентинитов, талькового камня. Литейные формы сделаны из тальцитов. Кроме того, древние жители учитывали и приданную природой естественную форму каменных заготовок. Так, терочники изготовлены из рассланцованных (имеющих плитчатую форму) пород, которые требуют минимальной доработки. Для лоцил применялась речная галька с уже готовой отшлифованной поверхностью.

Жители поселения Куйсак при изготовлении орудий использовали ограниченное количество горных пород и были более консервативны при выборе каменного материала. Для изготовления большинства типов орудий применялось не более 2–3 разновидностей пород, в то время как на Аркаиме большинство однотипных орудий сделаны из 5–8 и более видов. Вероятно, это связано с бедным выбором каменного материала в районе Куйсака.

Таким образом, изучение петрофонда позволило определить набор горных пород, использовавшихся жителями городищ на территории Южного Урала. Они в большинстве случаев довольствовались породами ближайшей округи. Наряду с этим обнаружены руды и минералы, найденные в удалении от поселков.

2.4. Петрофонд административно-культурного комплекса Гонур Депе (Туркменистан)

Административно-культурный комплекс Гонур Депе (*туркмен. – серый холм*) расположен в пустыне Кара-Кум в древней слепой дельте реки Мургаб (юго-восточная часть современного Туркменистана). Он является одним из самых крупных и значительных памятников легендарной страны Моуру (Маргуш или Маргианы). Гонур Депе был основан в конце III тысячелетия до н. э. и существовал на протяжении более 500 лет (XXIII–XVIII вв. до н. э.). Он являлся резиденцией правителей страны, а также ее главным религиозно-культурным центром. В Гонуре были одновременно развиты культы Огня, Воды и Земли. Город был покинут жителями в результате изменения русла реки и последующего за этим ухода вод. Продолжающиеся более 30 лет под руководством В.И. Сарияниди археологические раскопки этого комплекса выявили его крайне сложную планировку. Город был обнесен тройной линией оборонительных стен, возведенных из сырцового кирпича. В нем имелись специальные бассейны для воды, большие площади, на которых происходили об-

шественные трапезы, культовые алтари огня и хранилища священной золы. В центральной части города находился царский дворец, а также многочисленные храмовые помещения, где проводились жреческие таинства и жертвоприношения, в том числе и изготовление божественного напитка Соммы-Хаомы. Город славился своими ремесленными мастерами. В значительной степени там были развиты гончарное производство, металлообработка, камнерезное искусство.

Осенью 2010 г. А.М. Юминов начал изучение петрофонда Гонур-Депе. К настоящему времени проведено петрографическое описание 263 каменных эко- и артефактов, обнаруженных на памятнике за период раскопок В.И. Сарияниди в 1983–2010 гг. Все орудия по характеру их использования были разделены на три основные группы: абразивные, режуще-колющие и орудия ударного действия. В коллекциях представлены восемь видов каменных орудий самого различного назначения. Большая часть из обнаруженных орудий относится к абразивам (около 90 % от общего объема выборки). Они представлены пестами, ступками, терочниками, точильными камнями, ложилами всевозможных форм и т. д. Количество изделий ударного действия (к ним относятся различного рода ударники, рубила и т. п.) относительно невелико и составляет 7 %. К группе режуще-колющих предметов относятся ножевидные резцы и скребки. В целом, они составляют 2,5 % от общего числа орудий, найденных на объекте. Кроме того, коллекции содержали образцы горных пород и минералов, применявшихся в качестве сырья. Как показали исследования, всего для изготовления каменных орудий древними мастерами Гонура было использовано 11 различных типов горных пород и минералов.

Режущие орудия, обнаруженные при раскопках храмового комплекса Гонур Деде, представлены в ограниченном количестве (около 2,5 % от общего числа орудий). Они имеют небольшие размеры, режущая кромка не превышает 3–6 см, угол заточки варьирует в пределах 10–15°. На боковой поверхности нанесены сколы для захвата ножей большим и указательным пальцами. Все обнаруженные орудия изготовлены под правую руку. В качестве материала использовалась силицит-кремнийсодержащая горная порода зеленовато-серого цвета однородного сложения. Орудия изготавливались путем раскалывания речной гальки, их поверхность специально не шлифовалась.

Среди ударных орудий на памятнике присутствуют две разновидности: ударники и рубила. Количество **ударников** составляет 2,5 % от общего числа каменных орудий. Они имеют шарообразную или овальную форму, диаметром 4–6 см. Рабочая поверхность орудия небольшого размера, со множеством раковистых выщерблин. Для надежной фиксации орудия на его боковых плоскостях делались специальные сколы под большой, указательный и средний пальцы. Ударники изготавливались из галек окремненных известняков. Данные породы отличаются повышенной твердостью.

Рубила – каменные орудия, предназначенные для рубки или размягчения волокон растения и превращения их в мягкую кашеобразную массу. Рубила составляют около 5 % от общего объема коллекции. По внешнему виду различают два типа орудий: клиновидные в форме песта с небольшой рабочей поверхностью (3–5 см) и широкие с более длиной рабочей поверхностью (до 7–8 см). Нижняя часть изделий заострялась серией широких сколов. Верхняя – обрабатывалась для надежного захвата пальцами рук. В качестве материала для их изготовления использовалась галька мелкозернистых пород (окремненных известняков, алевролитов и мелкозернистых песчаников).

Абразивы являются наиболее распространенной группой орудий, найденных на поселении. Среди них выделяются точильные камни, лоцила, песты, ступки и терочные плиты.

Лоцила – инструменты, предназначенные для полировки и лощения необожженной керамики и металлических изделий. Данные орудия на территории храма представлены в незначительном количестве – 5,8 %. Как правило, лоцила имеют округлую форму. Размеры изделий не превышают 5 см в поперечнике. Поверхность обточенная, гладкая, без бугорков и ямок. Рабочая поверхность с тонкой шлифовкой или полировкой, большей частью криволинейная. Для облегчения фиксации орудия во время эксплуатации на нем предварительно делались сколы под большой, указательный и, реже, средний и безымянный пальцы. Для производства лоцил часто использовалась мелкая речная галька известняков, силицитов и алевропесчаников. Данные породы характеризуются тонкозернистой структурой, высокой сопротивляемостью к истиранию и хорошей способностью к полировке.

Кроме того, в качестве лоцил применялись обломки старых каменных изделий с уже обработанной и пришлифованной поверхностью.

Точильные камни (или абразивы) предназначены для заточки и обработки металлических орудий и каменных изделий. Точильные камни составляют около 14,9 % от общего объема каменных орудий. Размер орудий варьирует от 4–5 до 10–12 см. По форме среди них можно выделить бруски треугольного сечения, бруски четырехугольного сечения, бруски шестиугольного сечения. Большинство орудий имели несколько рабочих поверхностей, различающихся по крупности слагающих их зерен. Абразивы в виде плиток встречаются значительно реже. Рабочая поверхность могла быть плоской, комбинированной (плоской, плавно переходящую в полого-выпуклую), выпуклой или вогнутой формы. Большинство орудий изготавливались для эксплуатации как левой, так и правой рукой. Выемки и упоры для пальцев тщательно вышлифовывались. Боковые поверхности в некоторых случаях специально не обрабатывались. Для изготовления точильных камней применялись различного рода песчаники, в основном тонко- и мелкозернистые, наиболее подходящие для эффективной обработки металла.

Песты являются одним из самых распространенных видом каменных орудий в храмовом комплексе Гонур Депе. Общее их количество превышает

половину изученной коллекции (54 %). Они сильно отличаются по формам, размерам, а также типам горных пород, применявшихся для их изготовления. Среди пестов по форме можно выделить четыре группы изделий: штыреобразные (42,5 %), утолщенные (29,6 %), плитчатые (20,4 %) и сферические (7,4 %). Штыреобразные (или классические) песты характеризуются вытянутой формой. Площадь рабочей поверхности небольшая, преимущественно плоская. Утолщенные песты (песты-утюжки) имеют узкую рабочую поверхность, в большинстве случаев с сильно скошенными краями. Песты плитчатой формы, по сравнению с вышеописанными, имеют более массивный вид и большую плоскую рабочую поверхность, часто занимающую всю нижнюю часть орудия. Сферические (полусферические) песты являются наиболее редким типом орудий и имеют несколько рабочих поверхностей. Все изделия, за редким исключением, изготавливались из речной гальки различных пород путем нанесения на ее поверхности сколов или пропилов, для удобного захвата пальцами рук. Природно-естественная шлифовка поверхности галек по мере возможности сохранялась в максимальном объеме. При изготовлении орудия, для уменьшения трудозатрат на его производство, учитывалась оригинальная форма галек. Нанесенные сколы в большинстве случаев сглаживались и дополнительно обрабатывались абразивами. Для производства пестов использовались силициты, известняки, алевропесчаники и мелкозернистые песчаники. Основное количество орудий изготавливалось из тонкозернистого материала. Все породы отличаются хорошей абразивностью и высокими прочностными характеристиками.

Коллекция *ступок*, найденных на территории дворцового и храмового комплекса Гонура, составляет 20,7 % от общего количества орудий. Под ступками понимаются орудия, предназначенные для растирания ограниченного количества горных пород или растительных продуктов до порошкообразного состояния. Они имеют небольшие размеры и массу, позволяющие держать данное орудие в одной руке. Для удобства фиксации изделия во время его эксплуатации по краям рабочей поверхности наносились сколы или пропилы под пальцы рук. Средний размер ступок составляет 6–8 см, отдельные изделия могут достигать до 15 см. Орудия характеризуются небольшим весом. Среди ступок по форме рабочей поверхностью различают две разновидности: плоские и вогнутые. В отдельных изделиях между зернами рабочей поверхности обнаружены остатки растираемого вещества, фазовый состав которого будет установлен в последующих работах. Для изготовления орудий использовались как плитчатый камень, так и речная галька. В качестве материала наиболее часто применялся мелкозернистый песчаник кварцевого или полимиктового состава. Значительно реже использовался известняк.

Терочные плиты (или терочники) предназначены для измельчения и растирания в порошок растений, минеральных красок, руд и т. д. От ступок они отличаются большими размерами, что позволяет за один раз перетереть большее количество материала. Количество терочников составляет 4,1 % от

общего объема каменных орудий. Для их изготовления применялся полимиктовый песчаник средне- и грубозернистый, гравипесчаник и конгломерат. Эти породы обладают одним из наиболее высоких классов абразивности, а больший размер составляющих их отдельных зерен создает своеобразную шершавую поверхность, обеспечивающую более быструю переработку мягкого материала.

Таким образом, установлено, что видовой состав каменных орудий Гонур Деле не отличался большой разнообразием. Более двух третей из всего количества обнаруженных на поселении орудий (песты, ступки) были предназначены для обработки материалов – растирания специфических растений и красящих минералов. Данные орудия выполнены в изящной манере, они хорошо отшлифованы, их форма и размеры очень удобны для проведения работы. На изделиях в определенных местах присутствуют специальные сколы, облегчающие захват орудия пальцами рук.

Орудия хозяйственного назначения (ударники, резцы, ложила, точильные камни, терочные плиты и т. д.) имеют ограниченное распространение, что, скорее всего, связано с их второстепенным значением для данного объекта. Эти орудия делались в более грубой манере, в некоторых случаях для их производства использовались даже обломки сломанных ранее изделий. Вместе с тем присутствие на памятнике ударников, резцов и абразивов, при помощи которых возможно изготовить другие орудия, а также наличие каменного сырья (необработанной гальки, плитняка, «дикого» камня и пр.) доказывают возможность производства каменных орудий труда непосредственно на данном поселении.

Набор горных пород, использованный для изготовления орудий на данном памятнике, крайне ограничен и включает в себя только породы осадочного комплекса: алевролиты, песчаники, гравелиты и известняки. Вероятно, это связано с составом речной гальки, принесенной р. Мургаб. Большая часть территории, на которой расположен памятник, перекрыта мощными наносами неогеновых песков. Одним из ближайших районов, где имеются коренные выходы указанных пород, являются северные предгорья Копетдага.

Глава 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОЦВЕТОВ В ДРЕВНОСТИ

«Самоцветы – драгоценные, полудрагоценные и поделочные камни, обладающие ценными свойствами: высокой твердостью, прозрачностью, красивым цветом или рисунком, блеском, способностью принимать огранку, шлифовку и полировку» [Геологический..., 1973]. Древние жители Урала использовали много разновидностей самоцветов, в первую очередь, для женских украшений. Лазурит, янтарь, нефрит, обсидиан, гагат, сердолик, гранат, мраморный оникс, агат, халцедон, пирит, малахит, азурит – красивые и ценные камни, сыгравшие значительную роль в культурном наследии. Часть из них была импортным сырьем, а часть – местным, и определение их источников является увлекательной задачей. Для этого проводится исследование физических и химических характеристик самоцветов, сопоставление с данными по другим регионам.

Несмотря на знакомство читателей с этими удивительными камнями, необходимо пояснить их происхождение и свойства. Характеристика минералов рассредоточена по множеству публикаций, иногда очень обширных и подробных, но малодоступных современному читателю и все более вытесняемых псевдонаучными изданиями с чисто рекламными выдумками их «магических», «астрологических» и прочих «окультурных» свойств. Камни играли важную роль в становлении культур, поэтому мы собрали основные сведения об этих минералах, прошедших через всю историю человечества. Часть использованных источников приведена в списке литературы.

В справочниках дано определение самоцветов и как минералов, и как горных пород, в зависимости от назначения запроса. Необходимым элементом минералогической и петрографической информации являются такие показатели, как твердость по шкале Мооса, наличие спайности, формы выделения. Перечисленные минералы издавна используются в ювелирном деле и легко диагностируются.

3.1. Лазурит

Лазурит получил свое название от персидского «азул» – небо, синь за свой яркий небесно-синий, фиолетово-синий цвет. Состав лазурита соответ-

ствует формуле $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6[\text{SO}_4,\text{Cl,S}]$. Красивая синяя окраска объясняется особенностями структуры и вхождением в нее дополнительных крупных анионов – SO_4^{2-} , Cl , S^{2-} , что приводит к поглощению минералом света всех длин волн, кроме синего. Минерал кристаллизуется в кубической сингонии, твердость 5,5, плотность 2,4 г/см³, хрупкий, формы выделения – массивные кристаллические агрегаты, вкрапленники. Находки кристаллов весьма редки. Лазуритсодержащие карбонатные породы называются ляпис-лазурью, они почти всегда сопровождаются тонкой сыпью золотистых кристаллов пирита. Именно поэтому Плиний писал, что лазурит подобен небесному своду, усеянному звездами – кристаллами пирита. Вдохновленный волшебной красотой лазурита А.Е. Ферсман посвятил ему такие строки: «Лазурит – камень, то горящий ярким синим огнем, то бледно-голубой с нежностью тона, почти доходящей до бирюзы, то с красивым узором сизых и белых пятен, переплетающихся и сливающихся в пестрый и разнообразный узор» [Ферсман, 1954, с. 267]. Месторождения этого минерала связаны с магнезиальными скарнами на контакте гранитов с известняками и мраморами. Наиболее известны лазуритовые месторождения находятся в северо-восточном Афганистане (Бадахшане), на Памире, в Забайкалье.

Лазурит сопровождал человека всю длинную историю цивилизации и всегда считался священным камнем. Древние египтяне называли его «камнем Неба» и уже 6 000 лет назад считали одним из самых дорогих камней. Из этого самоцвета вырезались фигурки египетской богини Истины и Правосудия Маат, которую должны были носить на груди верховные судьи Египта. Жрецы Вавилона вырезали на изделиях из лазурита магические формулы своих заклинаний. В Китае шарики из лазурита на головных уборах правителей были эмблемой их власти. Камень прекрасно служил в живописи: художники Возрождения, растирая порошок лазурита с воском, получали отличную ультрамариновую краску, которая и по сей день не потеряла ни яркости, ни красоты.

В местах разработок в Афганистане в средние века самоцвет считался собственностью эмира. Нельзя было даже приближаться к его копиям – за это полагалась смертная казнь. Самых горняков приковывали в забоях на всю жизнь. Властелины Бадахшана держали в тайне даже тропы, ведущие к месторождениям лазурита, и устраивали засады на дерзких смельчаков.

Новая эпоха в истории камня началась в XVIII в., когда опальный естествоиспытатель Эрик Лаксман нашел первый российский лазурит в валунах близ оз. Байкал. А в 1851 г. бывший мастерской Петергофской гранильной фабрики Г.М. Пермикин открыл семь залежей лазурита в отрогах хребта Хамар-Дабан по берегам р. Слюдянки. Свыше 10 лет проработал он на Малобыстринском месторождении, отправив в Петербург более 10 т лазуритового камня. Для отечественной истории памятна отделка лазуритом пятиметрового иконостаса Исаакиевского собора архитектором Огюстом Монферраном. Он настоял на замене байкальского камня лазуритом из Бадахшана, руково-

дствуясь его более благородным цветом. Открытие в 30-х гг. XX в. на Памире новых месторождений лазурита расширило масштабы его применения: ежегодная добыча в СССР достигала 1 000 т.

Главным поставщиком ювелирного лазурита в древности был Афганистан. Знаменитое, крупнейшее в мире месторождение высококачественного лазурита Сары-Санг находится в провинции Бадахшан среди труднодоступных гор Восточного Гиндукуша. Пути распространения лазурита определены по находкам этой редкой породы как в западном, так и в восточном направлениях. В первом случае это уже упоминавшиеся Вавилон, Египет и пункты находок в Греции и Древнем Риме. Коснулся лазурит и Великой степи: изделия из него были найдены в курганах и поселениях Южного Урала и Западной Сибири.

3.2. Янтарь

Янтарь – собирательное название вязких ископаемых смол хвойных деревьев. Формула $C_{10}H_{16}O$, среднее содержание углерода 80 % и водорода 10 %, постоянно присутствуют примеси азота, серы, кальция. Твердость 2,0–2,5, спайность отсутствует. Формы выделения – капли, желваки, почки, натеки. Встречается янтарь в кусках от нескольких миллиметров до 50 см в поперечнике. Цвет главным образом желтый – от бледного до красновато-бурого. Желтые тона обусловлены органическими пигментами, а красноватые и бурые – процессами окисления. Степень прозрачности янтаря зависит от количества и размеров мельчайших пустот.

Этот самоцвет известен человеку на протяжении многих тысячелетий: необработанные куски янтаря найдены в пещерных стоянках первобытного человека. Он был найден в пещерах Грот Оренсан (Пиренеи), Юденес (Австрия), Костелик (Моравия), Чиокловина (Румыния). Примечательно, что все эти находки были сделаны в Южной Европе, вдали от основных источников янтаря на Балтике. Можно гадать, в чем причина: либо янтарь был принесен ледником, либо его, как диковины, подбирали первобытные охотники на севере и приносили на юг к пещерам. Из мезолитических стоянок (12000–4000 гг. до н. э.) известны янтарные фигурки животных, на которых охотился первобытный человек. Первые находки были сделаны в Дании и относятся к VII тысячелетию до н. э. Эти фигурки медведя, лося, кабана изготовлены из крупных кусков янтаря длиной до 10 см. Амулеты в виде фигурок людей были вымыты из мезолитического культурного слоя в Литве.

Но гораздо более часты его находки в неолитических памятниках (4000–1900 лет до н. э.). Английский геммолог Элен Фракей [1990] проанализировал распространение янтаря на территории Европы (рис. 3.1). К неолиту относятся находки кладов – глиняных горшков с янтарем, представлявшим собой, вероятно, материал для обмена, подарков или ритуальных жертвоприношений. Количество янтаря в таких находках было велико: тысячи бусин общей

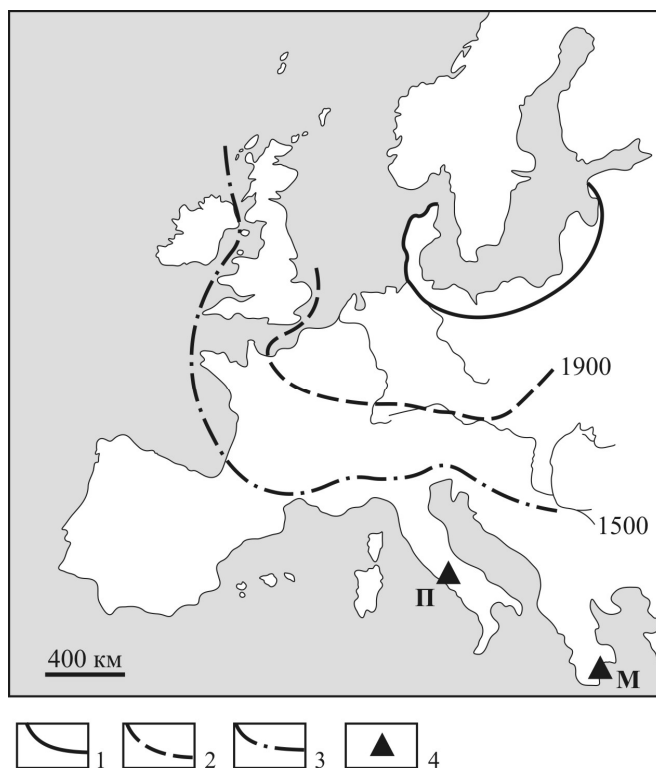


Рис. 3.1. Схема распространения янтаря в Европе в эпоху неолита и бронзового века [Фракей, 1990, с дополнениями].

1 – граница распространения янтарных месторождений на побережье Балтийского моря; 2 – примерная южная граница распространения янтаря около 1900 л. до н. э.; 3 – примерная южная граница распространения янтаря до 1500 л. до н. э.; 4 – пункты находок янтаря: П – Помпеи, М – Микены

массой 4–8 кг были найдены в Дании. Интересно, что преобладают бусины темно-красного прозрачного янтаря с внутренними солнечными бликами. Янтарные бусы находят и в захоронениях бронзового века, но в меньшем количестве, чем вкладах.

Балтийский янтарь украшал корону египетского фараона Тутанхамона, сведения о нем встречаются у Гомера в «Одиссее». Большое распространение янтарь получил в Микенской Греции в 1600–1200 гг. до н. э. Количество найденных изделий, главным образом биконических бус, очень велико: только в одной гробнице находилось 1 290 бусин. В Древней Греции янтарь широко использовался для инкрустаций в сочетании с золотом и слоновой костью. Особенно популярны были броши-застежки (фибулы) из бронзы и янтаря, которые носили как знатные мужчины, так и женщины.

В Англии бронзового века янтарь найден в курганах уэссекской культуры в районе Хов и Кландаун (1500 г. до н. э.). Прежде всего это чаша из красного янтаря высотой 6 см и диаметром 9 см, а также обломки чаши диаметром 10 см. Вместе с ними были найдены золотые украшения.

В VI и V вв. до н. э. янтарь широко распространился на Апеннинском полуострове: сначала у этрусков, а позднее у римлян. Римский историк Тацит сообщал, что янтарь привозили из «страны германцев», им торговали финикийские купцы, называя камень «сахалом» (каплями смолы). Во времена Нерона в Древнем Риме господствовала мода на янтарь: из него вытачивались предметы роскоши. Богатые римляне носили с собой янтарные шарики, их терли руками, полагая, что янтарь укрепляет силу; особенно ценились прозрачно-золотистые и красноватые разновидности. Именно из такого красного самоцвета для знатных помпейцев сделаны поделки, которые сейчас помещены в Неапольском археологическом музее. Янтари с застывшими в них насекомыми имели особую товарную ценность. За куски янтаря, содержащие муху, финикийские купцы давали 120 мечей.

Римские тираны посылали экспедиции на Север за балтийским янтарем, и уже в то время были известны источники самоцвета. По словам Плиния Старшего, янтарь добывался на островах, расположенных в Северном океане. Вот его заключение о происхождении янтаря: он образовался из живицы, которая выделяется из хвойных деревьев и позднее застывает под воздействием холода. Близкие взгляды принадлежат Тациту, который четыре года был римским наместником в Германии. По его мнению, доказательством происхождения янтаря являются заключенные в нем насекомые. Они попали в липкую жидкость, а после ее затвердевания оказались заключенными в янтаре. Однако в средние века доминировала точка зрения Григория Агриколы об образовании янтаря из глубинных жидких битумов, выделяющихся из трещин и затвердевающих на поверхности земли.

Сейчас установлено, что образованию янтаря способствовала деятельность многочисленных насекомых, вызывающих обильное истечение живицы. Затвердевшая смола накапливалась в лесной почве и затем при наступлении моря была переотложена в морских осадках. В соответствии с этими соображениями выделяются два типа месторождений: 1) первичные (биогенно-осадочные), приуроченные к ископаемым почвам «янтарных» лесов с залежами бурых углей; 2) вторичные (россыпные), приуроченные к лагунно-дельтовому и пляжному отложениям – «голубой земле». Образование янтаря охватывало период 140–35 млн лет, но основная масса месторождений образовалась в палеогене (50 млн лет назад).

В XIX в. более 100 ископаемых смол из разных мест имели свои названия, что вносило путаницу в их номенклатуру. Сейчас считается, что многие из них имеют общую ботаническую принадлежность. В научной литературе термин «балтийский янтарь» обычно относят к смолам, содержащим бесцветные кристаллы янтарной кислоты.

Главный источник поделочного янтаря – Балтийская провинция (от берегов Северного моря через Данию, Германию, Польшу до Прибалтики). Названия янтаря у разных народов весьма звучные: «морской ладан» и «алатърь» в Древней Руси, «камень моря» – у финнов, «электрон» – у греков, «сукцинит» и «геданит» – у римлян, «амбра» – у арабов. Сейчас его иногда называют «золотом Балтики», «соком солнечных лучей». Наиболее крупным месторождением является Приморское (Пальмникенское), расположенное в Калининградской области. По данным «IzNedr.ru», на нем добывают 100–500 т янтаря ежегодно.

Свободный сбор янтаря продолжался на побережье Балтийского моря до XIII в., пока Тевтонский орден не объявил янтарные залежи своей собственностью. Каждый, кто осмеливался без разрешения собирать янтарь на берегу или добывать его в море, подвергался наказанию, вплоть до смерти. Еще в 1828 г. в Кенигсберге был штатный палач, исполнявший смертные приговоры.

Современная история янтаря связана с добычей этого поделочного камня в Прибалтике, где художественная обработка камня процветала с эпохи Возрождения. Существует термин «янтарные бури» – свирепые штормы на Балтике, которыми выносятся на берег огромное количество благородного камня. Осенью 1862 г. на берег в районе Пальмникена волны вынесли около 2 т янтаря, а в 1914 г. – 900 кг. Ученые подсчитали, что за 3 тыс. лет на берегах Балтики собрано около 125 тыс. т янтаря. С XIX в. при разработке месторождений применяются землечерпательные машины. Янтарь вместе с песком вычерпывали со дна паровыми машинами, отвозили на берег, где отделяли от вмещающей породы. Таким способом в Куршском заливе добывалось до 75 т янтаря ежегодно. Современная промышленная разработка месторождений проводится карьерами, которыми вскрывается янтареносный пласт «голубой земли». Шагающими экскаваторами он ссыпается в пирамидальные кучи, в дальнейшем гидромониторами они размываются, и янтарь вместе с небольшим количеством вмещающей породы подается на обогатительную фабрику. Очищенный от породы янтарь поступает в обработку.

В древности янтарь поступал на юг Европы по Эльбе и Рейну, а позднее открылся второй путь с восточных берегов Балтики по Висле и Днепру, доходивший до Черного и Средиземного морей. Вторжение готов в Европу прервало торговые пути, по которым янтарь попадал в Средиземноморье. После этого изделия из янтаря там становятся большой редкостью: считается, что они представляли собой фамильные драгоценности, или памятные подарки.

В археологических памятниках Урала находки янтаря связаны с бусами, выявленными в курганах Прохоровского и Флипповского могильников [Яблонский, 2010]. Из этого материала сделаны бусы и разделительные пластины, часть которых имеет сходство по инфракрасным спектрам с балтийским янтарем.

3.3. Нефрит

Нефрит – от греч. «нефрос» – почка, так как камень считался исцеляющим почечные болезни, а небольшие по размеру галечки нефрита напоминают почки. Порода представляет собой плотный агрегат спутанноволокнистого амфибола – актинолита $\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg})_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH,F})_2$ или тремолита $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH,F})_2$. Цвет актинолитового нефрита преимущественно зеленый разных тонов и оттенков (зеленый, светло-зеленый, яблочно- и голубовато-зеленый), тремолитового – серый, белый, желтый. Высококачественный нефрит просвечивает в пластинках толщиной 10–16 мм. Геохимическими исследованиями установлено, что первичная зеленая окраска вызвана изоморфной примесью ионов двухвалентного железа. Твердость 6,0–6,5, у разностей с серпентином или хлоритом твердость снижается до 5,5, излом занозистый. Ценность камня зависит не только от его цвета, но и от распределения окраски, яркости и характера жилок, включений и пятен, способности к зеркальной полировке.

Все авторы, обращавшиеся к нефритовой тематике, отмечают высочайшую прочность камня при невысокой твердости, что позволяет выразить резьбой самый тонкий рисунок. Эти свойства обусловлены очень большой вязкостью камня, которая определяется спутанноволокнистой структурой, в которой тончайшие волокна тремолита или актинолита образуют хаотично ориентированные пучки, связки и сноповидные агрегаты. В одном таком пучке содержится по несколько десятков переплетенных друг с другом волокон амфибола. Длина подобных групп волокон не превышает 0,3 мм при толщине 0,1 мм. Чтобы раздавить нефритовый образец, необходимо усилие 7–10 т/см², в то время как для гранита – всего лишь 1–2 т/см². Валун сибирского нефрита на заводе Круппа решили раздавить паровым молотом: наковальня – вдребезги, камень – целехонек.

Месторождения приурочены к массивам ультраосновных пород в зонах глубинных разломов, образуются на границе двух контрастных по составу пород, наиболее часто в контактах серпентинитов с андезитовыми дайками, габброидами, известняками, амфиболитами. По этим контактам просачиваются растворы, что приводит к обмену химическими элементами и образованию нефрита, так что по способу образования нефритовые породы следует отнести к метасоматическим. Мощность нефритовых тел невелика, например, в Оспинском месторождении Прибайкалья и Академическом на Южном Урале она не превышает 2,5 м при длине 50 м. Эти данные получены по результатам бурения. Оценка нефритовых залежей – трудоемкое дело из-за высокой сложной морфологии залежей и большой крепости полезного ископаемого.

Практический интерес представляют валунные россыпи нефрита и коренные месторождения на Урале и Кипре, в Саянах, Монголии, Гобийском Алтае, Италии. В Китае известная с древнейших времен нефритоносная провинция находится в горах Западного Куньлуня. Многочисленные нефритовые

копи распространены здесь в полосе 100×600 км. Образование этого высококачественного нефрита связано с преобразованием мраморов в контакте с амфиболитами. При разрушении коренных месторождений образуются валунные россыпи нефрита. К ним относятся многие месторождения по рекам Сибири, Китая, США, Новой Зеландии.

Начало использования этой породы относится к истокам зарождения цивилизации: наши предки, привлеченные высокой прочностью камня, делали из нефрита орудия войны и труда, охоты и ритуальные предметы. Уже в государствах Древнего Двуречья нефрит считался магическим камнем, помогавшим во многих ситуациях. Нефритовые топоры и ножи передавались по наследству из поколения в поколение. Особо ценился нефрит в Китае. Из него изготавливались знаки отличия китайских императоров и придворных. В VI в. до н. э. император носил головной убор, украшенный пластинками нефрита. К этому камню относились как к священному и вырезали из него статуи Будды: крупнейшая из них имеет высоту 6 м. Особенно ценился белый нефрит. В одном из древних захоронений исследовано погребение воина, покрытого пластинами нефрита. Обширная коллекция нефритовых украшений Болгарии была исследована Р. Костовым [2007].

Если проследить распространение камня, мы увидим древние пути: южный – от Китая в Среднюю Азию, Месопотамию и Египет; северный питается из многих источников сырья и охватывает территорию Прибайкалья, Саян, Хакасии. Историю нефритов Восточной Европы рассмотрел в капитальном труде Р. Костов. Запасы месторождений не афишируются, так как являются коммерческой тайной.

3.4. Обсидиан

Обсидиан – вулканическое стекло темного или пестрого цвета. Имеет раковистый излом, пятнистую или струйчатую окраску за счет рассеянных кристалликов гематита. По химическому составу разнообразен, но в большинстве случаев близок риолитам и дает острые отщепы. Назван он по имени римлянина Обсиануса, привезшего этот камень из Эфиопии. Однако использование этой породы зафиксировано намного раньше, со времени палеолита. Во многих археологических памятниках выявлены остатки обсидианового сырья, имеющие конкретные источники из вулканических сооружений.

Это один из наиболее используемых человеком продуктов вулканических извержений. Подобно искусственному стеклу, он раскалывается при ударе на осколки с очень острыми краями, служившими многим первобытным народам сырьем для изготовления ножей, стрел и копий. Потoki обсидианов характерны для некоторых вулканических провинций, в том числе для Средиземноморья.

Наше знакомство с этим камнем связано с посещением острова Вулькано в Эолийском вулканическом архипелаге. Известность он получил со вре-

мен греческой цивилизации как место обитания бога огня Гефеста, в римской терминологии – Вулкана. Остров Вулькано имеет площадь 21 кв. км, форма его каплевидная с двумя заливами на восточном и западном берегах. Горы здесь невелики, высотой до 400 м и, по сравнению с могучими соседями, Вулькано выглядит младшим братом.

С восточной стороны остров венчает конус вулканического сооружения, к подножью которого прилепился маленький городок. Формирование постройки началось 120 тыс. лет назад с конуса поперечником в надводной части всего лишь 3–5 км. Склоны конуса крутые, местами отвесные. Впоследствии центральная часть взорвалась, и на ее месте образовалась круглая кальдера Пиано диаметром 2 км. Сейчас эта слегка холмистая равнина полностью занята зданиями и разнообразными садами, есть даже церковь и капелла.

В западной части острова, в период 28–13 тыс. лет тому назад, возникли обсидиановые купола. Эти скалистые постройки имеют протяженность около 1,5 км при ширине сотни метров. Неизвестно, какую часть они занимали первоначально, так как 6 тыс. лет назад началось образование более молодого сохранившегося конуса Дела Фоссо. В разрезе куполов преобладают шелковистые вулканические стекла, однородные, со следами течения лавы, с включениями разного состава. Цвет обсидианов меняется от серого до фиолетового, а текстура представлена всеми типами передвигающихся вязких потоков. Наиболее характерно флюидальное сложение, вызванное течением лавы. В отдельных обнажениях видны включения рыхлого слоистого пепла – даже удивительно, – совсем не спекшегося.

Северная часть острова с ласковым названием Вульканелла начала формироваться в подводных условиях в 183 году до н. э. Благодаря именно этому извержению римляне поместили на остров бога огня, которого назвали Вулкан. Затем вырос конус, увенчанный тремя кратерами – классическая картина вулканической постройки.

У подножия Вульканеллы сохранились потоки более ранних базальтов мощностью 2–3 м с прекрасной зональностью: в основании – брекчиевые, в центре – раскристаллизованные, а в кровле – шлаковые. На маленьком пляже много пемзовой гальки и самых разнообразных лав.

Освоение вулканических островов имеет сложную историю, включающую самые разные события: добычу вулканического стекла, возникновение греческих колоний, борьбу Сицилийской державы и Рима с Карфагеном, пиратский разбой и норманнские завоевания, испанское владычество, строительство церквей. Знания об этих шагах истории заложены Л. Бреа и М. Кавалери, исследовавшими исторические памятники архипелага и создавшими в 1954 г. на острове Липари археологический музей. Он размещается в трехэтажном здании и содержит 27 залов, в которых собраны свидетельства бурной жизни архипелага.

Первые поселения возникли на островах Липари и Салина в среднем неолите, в конце V тысячелетия до н. э. Основным занятием островитян была добыча вулканического стекла, которым снабжалось все Западное Средиземноморье. Приходится признать, что уже в то далекое время регулярно «ходили» по морю. Obsидиановая индустрия процветала почти две тысячи лет, до наступления бронзового века. С этим периодом связан экономический кризис, obsидиан стал не нужен.

Возрождение жизни происходит во время колонизации островов древними греками, о чем свидетельствуют находки протогреческой керамики и микенских ваз. С этим периодом связана легенда об Одиссее и сиренах в Мессинском проливе. Позже острова попадают в зависимость от этрусков и Сицилийской державы. Пелопонесская война Афин и Спарты позволила властелину Сиракуз освободиться от греческого влияния. Начинается эра пиратов, снабжавших греческие колонии рабами.

При исследовании предметов, сделанных из американского obsидиана, был разработан метод датирования, основанный на гидратации этой породы (Фаган, ДеКорс, 2007). Используется следующее свойство: только что изготовленная поверхность obsидиана поглощает влагу, образуя измеряемый слой гидратации, не видимый невооруженным глазом. Такая зона содержит около 3,5 % воды, повышая плотность слоя и допуская точное измерение под поляризованным светом. Метод датирования по гидратации obsидиана использовался в десятилетней программе в г. Копане (Центральная Америка).

3.5. Уральские бусы и драгоценности из самоцветов

В археологических памятниках Урала нередко находятся бусы, подвески, браслеты, минеральные краски, сделанные из самоцветов и горных пород. Эта отрасль археологии привлекала внимание известного знатока камня А.Е. Ферсмана и его последователей Г.Г. Леммлейна, Г.П. Барсанова, В.Б. Деопик, Е.М. Алексеевой, О.В. Аникеевой, В.Ф. Петруня, В.Б. Сейраняна, А.Ф. Бушмакина, И.М. Минеевой, В.М. Горожанина, А.В. Мастыковой, Р. Костова и других.

Обзор использованных в древности предметов из камня выполнен для археологической коллекции Национального музея Республики Башкортостан И.М. Минеевой и В.М. Горожаниным [1998].

Малахит, азурит, пирит, яшма, сердолик, янтарь – обычные компоненты бус. Наиболее детально описаны каменные бусы из Прохоровского могильника О.В. Аникеевой и А.Г. Буяновской [Яблонский, 2010]. Дана характеристика бус из янтаря, агата, гагата, сердолика, сардера и сопутствующих изделий из кварца, яшм, мела, алевролитов, аргиллитов. Особенно детально рассмотрены бусы из янтаря с попыткой определить источник минерального сырья. Авторы названной публикации обратили особое внимание на главную разновидность янтаря – сукцинит и применили комплекс методов: инфра-

красную спектроскопию (ИКС) для определения количества углерода, водорода и кислорода, нейтронно-активационный метод для выявления содержания элементов-примесей.

Главным приемом было определение степени окисленности янтаря на основании минералогического анализа. При визуальном изучении бусы разделены на две группы: красновато-бурые с окраской, варьирующей от желто-оранжевого до коричнево-красного, прозрачные со смоляным блеском; охристо-рыжие, оранжево-желтые, медово-оранжевые, прозрачные и матово просвечивающие с зернистым изломом. В результате исследования свойств янтарных бус установлено, что наиболее определенные результаты получены по разделительным пластинам, имеющих сходство по ИКС и элементному составу с балтийским янтарем [Яблонский, 2010].

Вопросы

- 1. Какие свойства лазурита привлекали древние народы при изготовлении украшений?*
- 2. Где располагаются наиболее известные месторождения янтаря?*
- 3. Расскажите об истории использования нефрита для изготовления украшений.*
- 4. К какому классу горных пород относится обсидиан?*
- 5. Из каких самоцветов изготавливали бусы на Урале в древности?*

Глава 4. ДРЕВНИЕ МЕДНЫЕ РУДНИКИ ЕВРАЗИИ

4.1. Основные минералы и месторождения меди.

4.2. Медные рудники Европы.

4.3. Медные рудники Азии.

Вопросы.

4.1. Основные минералы и месторождения меди

Медные месторождения встречаются в самой различной геологической обстановке: на платформах и складчатых поясах, в вулканогенных толщах и осадочных породах. Сведения о типах месторождений и качестве руд даны во многих монографиях. Авторы воспользовались книгой, подготовленной геологами Всесоюзного геологического института [Критерии..., 1984]. При характеристике зарубежных месторождений учитывалась информация из фундаментальной монографии «Минеральные месторождения Европы» [1984]. Уральский материал дан по материалам авторов [Зайков и др., 2001].

Медьсодержащие и сопутствующие минералы

Число медьсодержащих минералов велико – их список превышает три сотни минеральных видов. Но основными для древней добычи и переработки были следующие, характеристика которых дана по А.А. Годовикову [1983] и «Геологическому словарю» [1973].

Самородная медь – первый минерал, из которого ковали и отливали поделки наши предки. Она образует плоские и объемные дендриты, пластины и сплошные массы, а также мелкие вкрапленники, тонкозернистые порошковатые выделения. Известны медные самородки массой до 1–2 т. В 2009 г. сотрудники Института геологии и минералогии Сибирского отделения РАН И. Прошенкин и Н. Подгорных организовали доставку в институтский музей подобной глыбы самородной меди, найденной в Горной Шории [Гречищев, 2010].

Малахит $Cu_2(OH)_2(CO_3)$ служил важнейшим сырьем, из которого получали в древности медь. Он также употреблялся в архитектурном убранстве дворцов и соборов, в украшениях и амулетах. Чистый малахит нередко образует сложные почковидные агрегаты и «сосульки», подобные карбонатным сталактитам, и образуется в подземных пустотах натечным способом, но это редкое сочетание зон окисления медных месторождений с известняками, в

которых образовывались полости и пещеры. Поэтому малахит, добывавшийся древними, мало похож на красивый шелковистый и узорчатый камень, из которого делают сувениры и из пластинок которого выполнены облицовка колонн Исаакиевского собора и столешниц Эрмитажа. В рядовом малахите сохранились участки вмещающих пород и руд, по которым можно судить о коренном источнике.

Азурит $Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$ образуется в той же обстановке, что и малахит. Цвет темно-синий и голубой, часты красивые кристаллы со стекляннм, почти алмазным блеском.

Брошантит $Cu_4[(OH)_6SO_4]$ встречается в зоне окисления сульфидных месторождений. Цвет от изумрудно-зеленого до черно-зеленого, нередко его принимают за малахит.

Бирюза $CuAl_6(OH)_2(PO_4)_4H_2O$, фосфат, образует скрытокристаллические массы, корки, сталактиты голубого и ярко-зеленого цвета.

Хризоколла $Cu(SiO_3) \cdot nH_2O$, силикат, наблюдается в виде голубых и зеленовато-голубых корок и почковидных, гроздьевидных масс.

Тенорит CuO слагает плотные и землистые массы черного, темно-серого цвета.

Куприт Cu_2O наблюдается в виде мелкозернистых плотных и порошковатых масс, реже – крупнокристаллических агрегатов.

Сульфидами называется большая группа рудных минералов, представленных соединениями меди, железа и др. с серой. Они являются типичными минералами колчеданных руд (колчедан – собирательное название сернистых соединений металлов).

Халькопирит $CuFeS_2$ относится к сульфидам – блестящий минерал латунно-желтого цвета с металлическим блеском. Он образует сплошные массы, зернистые агрегаты и вкрапленники.

Пирит FeS_2 – главный минерал колчеданных месторождений, так как слагает основную массу сульфидных руд. Наблюдается в виде сплошных зернистых агрегатов желтоватого цвета. В жильных месторождениях образует красивые кубические кристаллы размером до десятков сантиметров.

Халькозин Cu_2S образует сплошные агрегаты свинцово-серого и черного цвета, иногда с фиолетово-серым и синим оттенком. Хрупкий, излом раковистый.

Ковеллин CuS от халькозина отличается яркой индигово-синей побежалостью. Характерны зернистые и порошковатые массы.

Борнит Cu_3FeS_4 наблюдается в сплошных агрегатах, прожилках, вкрапленниках и образует цемент в медистых песчаниках. На свежем изломе темный, медно-красный и оранжевый. Имеет синюю и пеструю побежалость, полуметаллический блеск.

Главные типы медных месторождений

Медистые песчаники формировались на всех континентах и во все геологические эпохи. Для древнего горного дела в Евразии большое значение имели месторождения Казахстана, Предуралья и Донбасса. Наиболее характерной особенностью медистых песчаников является пластовая форма залежей и большая протяженность. Происхождение их дискуссионно, и наиболее популярными оказались две гипотезы: осадочная и инфильтрационная (подземно-водородная или элизионная). Первая признает осаждение богатых медью рассолов и других компонентов в морских депрессиях, вторая опирается на представления о выщелачивании металлов из осадочных пород и перемещении рудного вещества на геохимических барьерах.

Вулканогенные месторождения залегают в риолит-базальтовых, базальтовых и базальт-серпентинитовых комплексах. Это так называемые медноколчеданные месторождения. Их рудные залежи имеют плащеобразную, линзовидную или холмообразную форму, мощность – несколько десятков метров, длина – несколько километров. Месторождения образовались в подводных условиях в устьях минеральных источников. Современными аналогами палеозойских и мезозойских месторождений этого типа являются сульфидные руды океанского дна – так называемые «черные курильщики». Основным компонентом окисленных рудных тел вулканогенных месторождений являются бурые железняки с гнездами карбонатов меди, возникшие во время формирования коры выветривания. В их подошве обычно располагаются окисленные и первичные сульфидные руды, сменяющиеся на глубине прожилково-вкрапленными разностями. По древним рудникам, разрабатывавшим такие месторождения, были открыты многие медно-колчеданные месторождения на Урале и Алтае, в Малой Азии и на Кипре, в Пиренеях и Великобритании. Месторождения, приуроченные к ультраосновным породам, отличаются повышенными содержаниями мышьяка и никеля.

Жильные месторождения (гидротермальные) располагаются в трещинных зонах в осадочных и вулканогенных породах. Жилы содержат малахит, азурит, сульфиды, блеклые руды, кварц, карбонаты. Мощность жил от долей метра до нескольких метров, длина – сотни метров. Главными рудниками такого типа являются месторождения Болгарии (Странджа) и Урала (Никольское, Таш-Казган). В ряде случаев рудные тела сменяются метасоматическими залежами, в которых рудное вещество отлагалось не в трещинах, а путем замещения массивных пород.

Скарновые месторождения располагаются на контактах интрузивных массивов с карбонатными отложениями. Состав руд очень сложен, включает большой набор силикатных минералов. Первичные рудные компоненты

представлены сульфидами меди, цинка, свинца. Морфология тел причудливая, подчиняется контактам интрузивного тела и напластованию пород. К этому типу относятся некоторые месторождения Хакасии (Юлия), Тувы (Хову-Аксы) и Болгарии (Малко-Тырново).

Медно-порфиновые месторождения представлены прожилково-вкрапленными рудами в гранитоидных массивах. В составе первичных руд главными являются сульфиды меди и железа. Форма рудных тел изометричная или неправильная, поперечник в сотни метров – несколько километров. К этому типу близки зоны окисления прожилково-вкрапленных сульфидных руд в турмалинсодержащих породах вблизи контактов гранитоидных массивов. Типичный пример – месторождение Еленовка в Оренбургской области.

Основные типы медных руд. На большинстве медных месторождений развиты окисленные и первичные руды. Первые залегают в кровле залежей и представлены карбонатами и оксидами, вторые слагают основной объем рудных тел и состоят из сульфидов. В древности разрабатывалась главным образом верхняя окисленная часть месторождений до уровня грунтовых вод. К такой минерализации относятся малахит и азурит, имеющие прожилковое и сетчатое распределение, а также выделения самородной меди. Мощность рудных зон от нескольких до первых десятков метров. К ним примыкает зона обогащения, сложенная халькозином, ковеллином, борнитом. С античного времени была освоена разработка сульфидных месторождений, которая требовала особой технологии плавки тугоплавких руд.

Содержание меди в сырье для плавки определяется степенью обогащения, извлечения малахитовых, азуритовых или халькопиритовых агрегатов, поэтому величина содержания в рудах значительно ниже справочного состава минералов. Кроме того, при плавке всегда теряется часть металла (в шлаке остается до 10 %).

Руда малахит-азуритовая состоит из жилок, полос и пятен, обогащенных медными минералами, в нерудной массе. Содержание меди в богатых разностях 5–10 %. Руда борнит-ковеллиновая слагает прослой мощностью от нескольких сантиметров до первых метров и располагается на границе зоны окисления с первичными рудами. Она представлена смесью халькозина, ковеллина, борнита и содержит 10–15 % меди. Руда халькопирит-пиритовая добывается ниже зоны окисления. Рядовое содержание меди 1,5–5 %, в разностях, богатых халькопиритом, – до 15 %.

Описание рудников по добыче медных руд дано в последовательности от запада Европы до востока Центральной Азии. Знакомство с их локализацией и временем разработки дает наглядное представление о масштабах горнорудной деятельности. На этом гигантском пространстве в энеолите, бронзовом веке и раннем средневековье эксплуатировались тысячи горных разработок. Большинство их предназначалось для добычи окисленных руд,

которыми сложены верхние части залежей. Часть выработок была открытой, поверхностной, а часть – подземной. Форма их определялась морфологией рудных тел: древние горняки всегда строго следовали за рудами. Если разрабатывались жилы, узкие плитообразные залежи, то выработки были линейные с крутыми стенами при вертикальном залегании тел и пологими, с подбоями, при наклонной ориентировке. В сухих районах глубина подземных выработок достигала 30–50 м, а в римское время – 100 м. Если контуры рудного тела были нечеткие, то проходилась карьер, обычно до уровня грунтовых вод, а это в большинстве случаев 5–10 м от поверхности.

4.2. Медные рудники Европы

Кипр

В Средиземноморье Кипр издавна славился медными залежами (рис. 4.1–4.3) и от названия острова произошло латинское обозначение меди – *Cyprum*. Древнейшие поселения здесь относятся к неолиту, а с III тысячелетия до н. э. остались свидетельства разработки рудников. Цивилизация Кипра была частью минойской культуры, но с середины II тысячелетия ее сменила микенская. Из-за своего местоположения у стыка трех континентов Старого Света Кипр стал яблоком раздора как для непосредственных соседей, так и для других государств древности и средневековья. В I тысячелетии до н. э. островом поочередно владели ассирийцы, хетты, египтяне, персы, наместники Александра Македонского. В IV в. н. э. он вошел в состав Византии, а в VII в. был захвачен арабами, позднее – крестоносцами и Венецией. В 1571 г. остров была завоеван турками и более 300 лет входил в состав Османской империи. Независимая Кипрская республика была провозглашена 16 августа 1960 г. Начиная с энеолита и до сегодняшнего времени на острове добывают медную руду.

Большая часть рудников располагается на хребте Троодос в западной части Кипра на высотах 1000–1500 м. Строение месторождений изучено очень детально, так как они являются классическими объектами рудной геологии – на них очень явно видна их приуроченность к базальтовым лавам. Много работ посвящено составу рудных тел, соотношению лав с рудными постройками, минералогии сульфидных сооружений. Начало рудных разработок относится к середине бронзового века. Сейчас выработки представляют собой оплывшие карьеры, в которых добывались окисленные руды. Кроме этого, встречаются остатки штолен и шахт.

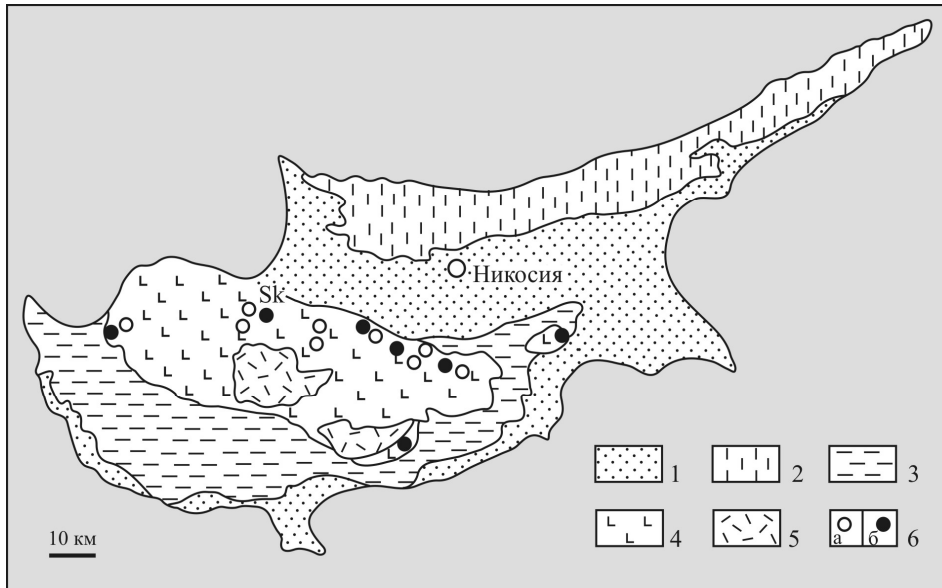


Рис. 4.1. Схема геологического строения острова Кипр [Хадьиставриноу, Константиноу, 1984].

1 – современные и верхнемиоценовые аллювиальные отложения; 2 – среднемиоценовые осадочные отложения; 3 – нижнемиоцен-верхнемеловые осадочные отложения; 4 – базальты и дайковый комплекс; 5 – гипербазиты; 6 – древние и старинные рудники (а); рудники и карьеры, действовавшие в 1984 году (б). Sk – месторождение Скуриотисса



Рис. 4.2. Древний шлаковый отвал возле рудника Скуриотисса [Хадьиставриноу, Константиноу, 1984]



Рис. 4.3. Верхняя поверхность шлака. Отвал возле рудника Скуриотисса [Хадьиставриноу, Константиноу, 1984]

Рудный район Митсеро расположен в 25 км к юго-западу от Никосии. Крупные скопления шлаков, отмечающиеся в районе повсеместно, свидетельствуют о широкомасштабном ведении горных работ в древности. Рудные залежи разрабатывались финикийцами, греками и римлянами. После 375 г. н. э. добыча руд остановилась и была возобновлена после успешных поисковых работ в 1937 г. На руднике Коккиноя запасы колчеданных руд оценены в 1 млн т при содержании меди 1,5 %.

Рудный район Калавасос находится в 64 км к югу от Никосии. Горно-металлургическое производство началось в бронзовом веке, что подтверждается наличием 750 тыс. т древнего шлака в различных частях района. После падения Римской империи добыча прекратилась и возобновилась лишь в 1935 г.

Рудный район Лимни расположен в 110 км к западу от Никосии вблизи северо-западного побережья острова. Крупные скопления древнего шлака свидетельствуют о том, что рудные тела разрабатывались в древности. В новое время разработки начались в 1837 г., когда Д. Пирс провел поисково-разведочные работы в окрестностях Лимни. Рудные тела являются единственными на Кипре, где большую часть медной руды получают из прожилково-вкрапленных руд. Мощность жил, сложенных пиритом, халькопиритом, сфалеритом, невелика – 10–15 см, но большое их количество обеспечивает среднее содержание меди 1 %.

Болгария

Медные рудники этой страны изучены очень детально, но история горнорудного дела преподносилась авторами по-разному. Одни специалисты отрицали революционную роль местного производства меди и бронз для металлургии Европы, считая его производным от анатолийских центров. Другие полагали, что на Балканах впервые на Европейском континенте развились горное дело, металлургия, технология обработки металла. Медный век, по их мнению, ярчайшая страница в истории балканских народов. Прочитав слово крупного исследователя древней металлургии Е.Н. Черных, написанные им лет 30 назад: «На севере Балкан, в Среднем и Нижнем Подунавье, по всему Карпатскому бассейну, возникает почти невероятное по своей мощности производство меди и орудий из нее. Находки последних лет в этом районе приподняли завесу и над удивительными памятниками древнейшего в Европе горного дела. Почти шесть тысячелетий назад здесь начался горно-металлургический промысел в различных очагах металлургии и металлообработки, образовалась обширная Балкано-Карпатская металлургическая провинция... при полной независимости от восточных и южных влияний» [Черных, 1978. С. 9].

В Болгарии от этого времени остались поселения, свидетельствующие о высоком уровне жизни. Каменные и кремневые орудия достигают наивысше-

го совершенства, чрезвычайно распространены медные изделия, поразительного расцвета достигает антропоморфная пластика. Рудники действуют в нескольких рудных районах. Образовавшаяся этническая общность охватила восточную часть Балкано-Дунайского региона – от греческой Македонии до Днепра. Территория Болгарии может рассматриваться как один из центров формирования и развития этой общности, существовавшей в IV тысячелетии до н. э. Металл древнейшей трипольской культуры на Украине поставлялся из Болгарии.

Так и хочется поверить, что это отзвуки того необыкновенного времени, когда уровень Черного моря был на 100 м ниже сегодняшнего и на обширных пространствах, занятых сейчас шельфом, были цветущие поселения древней цивилизации. Об этом предположении мы узнали во время лекции Петко Димитрова [2003] для участников совещания «Геоархеология и археоминералогия», которое было проведено в Болгарии в 2008 г.

Об уровне изученности древних рудников региона свидетельствуют крупные монографии: «Горное дело и металлургия в древнейшей Болгарии» [Черных, 1978], «Медните находища в България» [Богданов, 1987], «Prehistoric copper in Bulgaria» [Pernicka et al., 1997]. В этих книгах детально дана история исследований горнорудных районов, приведены результаты металлографического изучения меди, показана применимость изотопии свинца для целей археологии.

На рис. 4.4 показано размещение меднорудных районов на территории Восточной Болгарии. В качестве основы взята металлогеническая схема Б. Богданова, опубликованная на русском языке в 1984 г. На этом документе выделены основные меденосные зоны (с юга на север): Родопская, Среднегорская, Балканская. Родопская сложена древними толщами архея и протерозоя, на которые наложены молодые рудоносные андезитовые вулканы. Рудные жилы содержат вкрапленность галенита, но присутствует и халькопирит (месторождение Маджарово). С римских времен известна разработка Маданского свинцового рудника, дающего и сейчас прекрасное коллекционное сырье: кристаллы сфалерита, галенита, кальцита. Большое значение имели золоторудные месторождения, на которых известны древние рудники (Ада Тепе, Крестци). Среднегорская зона сложена вулканическими породами мезозойского возраста. Типичными особенностями этой зоны являются многочисленные палеовулканы, образующие гряды субширотного простирания. Медные месторождения известны в нескольких рудных полях этой структуры, но наиболее значительные древние разработки располагаются в Бургасском рудном районе. Балканская зона имеет палеозойский возраст и с ней связаны железорудно-скарновые, галенитовые и кварцево-золото-арсенопиритовые месторождения Западной Болгарии. Впоследствии этот комплекс был перекрыт морскими осадками мезозойского возраста, вмещающими осадочные месторождения железа и свинцово-цинково-медные залежи.

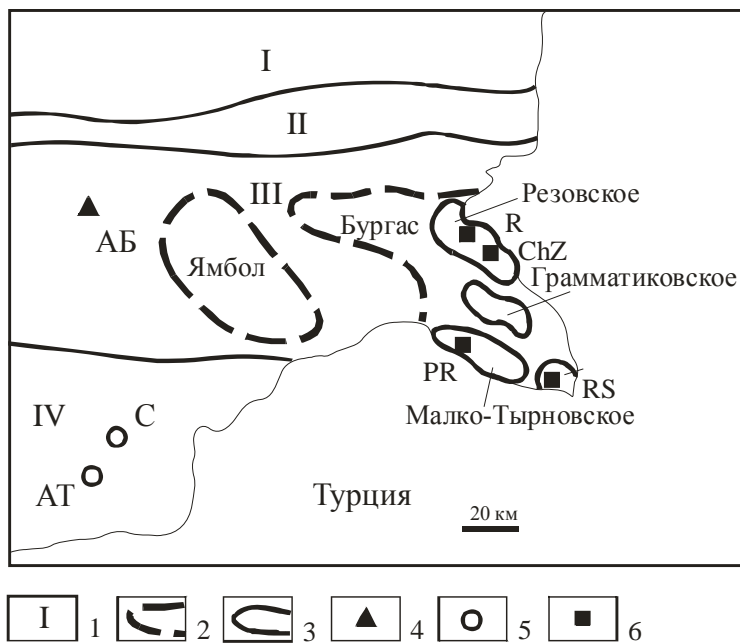


Рис. 4.4. Металлогеническая схема ЮВ Болгарии и позиция древних рудников [Богданов, 1984, с упрощением].

1 – металлогенические зоны: I – Мизийская, II – Балканская, III – Среднегорская, IV – Родопская; 2 – рудные районы: Бургасский, Ямбольский; 3 – рудные поля: Росенское, Грамматиковское, Малко-Тырновское; 4 – древний медный рудник Аи Бунар (АБ); 5 – древние золотые рудники (АТ – Ада Тепе, С – Стремци); 6 – шлаковые поля (R – Росенское, ChZ – Червено Знамя, RS – Резовское, PR – Пропада)

Бургасский рудный район расположен в восточной части Среднегорской металлогенической зоны. Месторождения относятся к жильному кварц-халькопиритовому типу и связаны с палеогеновыми вулканами возраста 55–65 млн лет. Все древние рудники нарушены более поздними разработками эллинов, римлян и византийцев, поэтому трудно оценить масштаб горнорудного дела в бронзовом веке. Во время экспедиции нам удалось посетить рудные поля Росен, Грамматиково и Малко-Тырново. Маршрут наш проходил по побережью Черного моря от Бургаса до турецкой границы. Красивые виды, морской ветер, яркие маки, отличные дороги, гостеприимные отели делали поездку не только информативной, но и очень приятной. В географическом плане эта территория относится к району Странджи, покрытому густыми дубовыми лесами. Эти заросли скрыли многие разработки не только древнего, но недавнего времени. Для нас оказались доступными лишь отдельные отвалы на рудниках и карьерах по разработке шлаков. Работа на всех месторождениях в настоящее время прекращена.

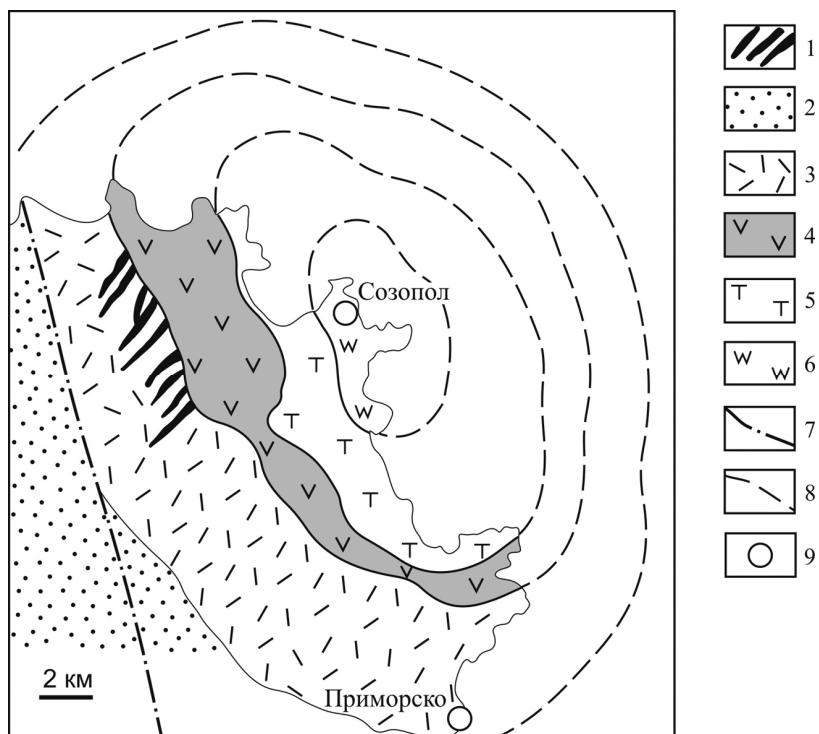


Рис. 4.5. Реконструкция Росенского палеовулкана [Богданов, 1984, с изменениями].

1 – халькопиритсодержащие рудные жилы; 2 – туфы с прослоями известняков (К); 3 – туфы и лавы трахитов основании палеовулкана (К₂); 4 – сиениты, монцититы (К₂); 5 – потоки и силы трахитов (К₂); 6 – метасоматические кварциты; 7 – разломы; 8 – уровни палеовулкана; 9 – населенные пункты

Рудное поле Росен находится в 4–15 км к югу от мыса Атия. Вмещающие породы представлены вулканитами мелового возраста: андезитами и туфами вблизи контакта с глубинным магматическим телом. Рудные залежи располагаются закономерно в западном крыле овального вулканического сооружения (рис. 4.5). На рудном поле известно около 30 рудных жил с промышленной медной минерализацией. Жильные зоны имеют северо-восточное простирание, располагаются кулисообразно и образуют шесть обособленных залежей. Средняя мощность жил 1–2 м, редко 10–12 м, протяженность 400–1500 м. Они сопровождаются тонкими рудными прожилками, испытавшими окисление. Рудные минералы представлены халькопиритом и пиритом, а также продуктами их окисления. Реже встречаются сфалерит и галенит.

Между мысом Атия и рудником Росен российско-болгарской экспедицией 1969–1974 гг. обнаружен большой поселок эллинистического времени (II–I вв. до н. э.). К нему примыкает шлаковый отвал, в котором складирова-

ны отходы металлургического производства. Здесь в древности проводилось сухое обогащение руд на специальных платформах. На основе изучения шлаков сделан вывод, что для выплавки меди использовались и окисленные, и сульфидные руды. Такое заключение подтверждено при микроскопическом изучении шлаков – в них обнаружены очень мелкие обломки сульфидов. Сам рудник расположен южнее в поле древних выработок, достигавших глубины 75 м.

На руднике Червено Знаме (Пропадная Вода) разработки доходили до глубины 110 м и на рудном поле много провалов. В древнем отвале, вскрытом длинной траншеей, еще и сейчас можно найти обломки малахитсодержащих руд, шлаков и фрагменты керамической посуды.

Геологическая ситуация, аналогичная рудному полю Росен, свойственна и району Резово в пограничной зоне с Турцией. Здесь также развиты меловые вулканогенные отложения с кварц-халькопиритовыми жилами. Мы познакомились с самым большим в Европе полем шлаков, имеющим длину 1500 м и ширину 500 м. По геологическим данным, в нем заключено около 100 000 т шлаков. Шлаки недавно разрабатывались для строительных целей и подсыпки дорог и сохранились настоящие шлаковые обнажения (рис. 4.6, 4.7). По данным предшественников, в районе Резово находится семь выработок длиной до 50 м, но в густом лесу их найти нам не удалось. Предполагается, что основные источники руд находятся на территории смежной Турции.

Рудное поле Малко-Тырново также располагается в пограничной зоне, об этом предупреждают плакаты на новой трассе Бургас – Стамбул. Но здесь мы миновали пограничников и быстро нашли рудник Пропада. От него сохранились штольни и большое количество шлаков в ручье (рис. 4.8, 4.9). Ранее здесь были видны древние выработки в виде оплывших карьеров размером до 60? 100 м, шахты достигали глубины 40 м.



Рис. 4.6. Резовский шлаковый отвал, Странджа. Обнажение шлаков в борту дорожного карьера

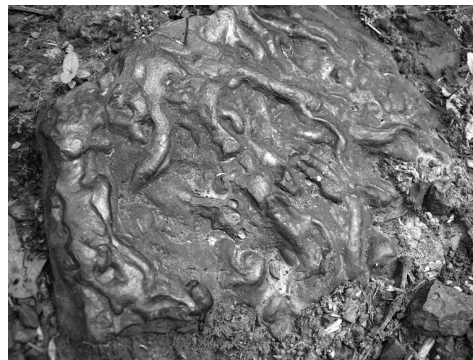


Рис. 4.7. Росенский шлаковый отвал, Странджа. Верхняя поверхность шлака

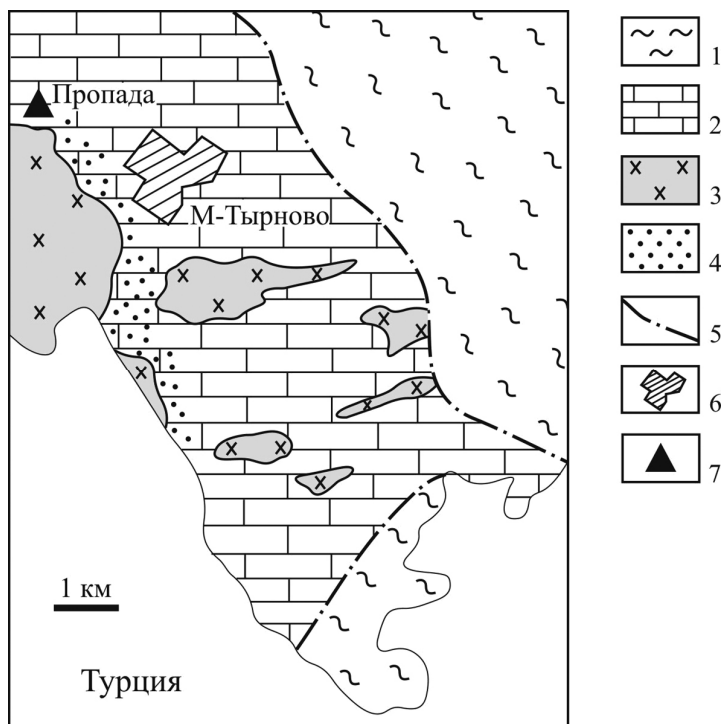


Рис. 4.8. Схема геологического строения Малко-Тырновского рудного поля [Богданов, 1984, с упрощением].

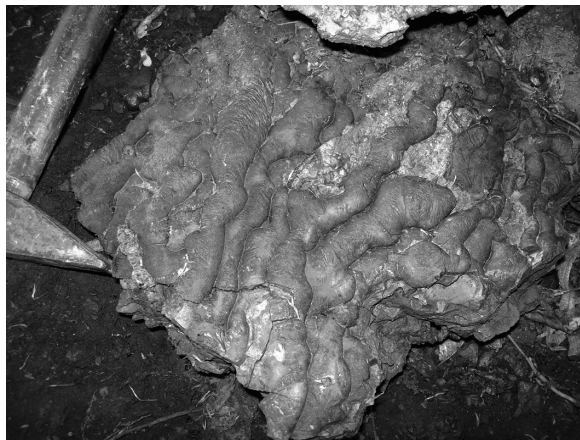
1 – глинистые отложения и базальты метаморфизованные (PZ); 2 – известняки и мрамора (Т); 3 – гранодиориты; 4 – роговики и скарны; 5 – разломы; 6 – город Тырново; 7 – рудник Пропада с полем древних шлаков

Оруденение приурочено к контакту интрузий сиенитов и гранит-порфиров с карбонатными отложениями триасового возраста. На контакте сформировались гранат-пироксеновые скарны с халькопиритом, пиритом и молибденитом. В верхней части залежей сульфиды окислены и превращены в малахитсодержащие руды. Сходная ситуация свойственна и Грамматиковскому рудному полю, где разрабатывалось порядка 16 месторождений в округе одноименного села.

По данным спектрального анализа [Черных, 1978], руды и шлаки во всех объектах Бургасского рудного района имеют высокие содержания цинка (0.1–1 %); в шлаках Цевцово такие же высокие концентрации свинца, а в рудах Синя Бара и Боже Име – высокие концентрации кобальта.

Рудник Аи Бунар расположен западнее Ямбольского рудного района, в 8 км к северо-западу от г. Стара Загора в густо залесенной местности. Найти рудник было довольно трудно, несмотря на близко проходящее шоссе. Мы посетили этот знаменитый рудник для знакомства с датированными выработками неолитического возраста.

Рис. 4.9. Поверхность шлака. Шлаковый отвал Пропада, рудное поле Малко Тырново, Странджа



Тип месторождения гидротермальный жильный, оруденение представлено жилами мощностью 0,5–5 м. Рудное поле протянулось на 1,5 км. На некоторых участках жилы сливаются в зоны мощностью до

10–15 м. Состав первичных руд халькопирит-сфалерит-пиритовый. Во многих местах руда выходила на поверхность в виде малахитовых и азуритовых разностей. Мощность зоны окисления порядка 25–30 м.

Российско-болгарская экспедиция на месторождении установила и детально исследовала шесть выработок энеолитического возраста и пять более позднего времени. Раскопками установлено, что они имеют вид узких щелевидных карьеров шириной до 10 м, длиной десятки и глубиной до 20 м. Находки поздней бронзы относятся к жилищу, устроенному спустя два тысячелетия после разработок в одной из щелей рудника на вершине холма Малка Тумба выше слоя отвалов IV тысячелетия до н. э. Выработки детально задокументированы, особенно выработка № 2 на южном склоне горы Хасанов Трап, которая с северо-востока ограничена шоссе на Стара Загора. Общая длина карьера 80 м, ширина 2–7 м. В выработке была пройдена скважина, вскрывшая известняки. Продолжением является выработка 1 в 15–20 м выше шоссе. Здесь была старая шахта, заложенная предпринимателем Азмановым и вскрывшая дно древней выработки. В отвалах были найдены медные орудия – кирка и топор-молоток. Как и для многих выработок древности, характерно, что после завершения работ они были тщательно засыпаны.

Состав руд детально рассмотрен Е.Н. Черных. Повышенными концентрациями (0,1–10 %) характеризуются цинк и свинец, в меньшей степени – висмут и сурьма (0,1–1 %). В радиусе 15 км от рудника известно несколько селищ, в энеолитических слоях которых найдено около сотни кусков окисленной медной руды. Предполагается, что источником служили рудники Аи Бунара. Однако свидетельства в виде шлаков, доказывающих металлургическое производство на селищах, до сих пор не обнаружены.

Донецкий бассейн

В Донецком бассейне месторождения медистых песчаников приурочены к красноцветным отложениям пермского периода, формировавшимся в

мелководных морских, лагунных и русловых условиях. Мощность рудоносных отложений меняется от 600 до 1200 м. В мелководных морских осадках рудные скопления тяготеют к прибрежной части бассейна в полосе шириной 2–5 км. Меденосные отложения выполняют две обширные котловины: Бахмутскую и Кальмиус-Торецкую (рис. 4.10). В центральных частях депрессий продуктивные горизонты залегают на больших глубинах, а на бортах обнажаются в холмистой местности. Анализ истории исследования, размещения, строения и состава оруденения дал С.И. Татаринов [1993].

Больше всего выработок отмечено в южной части Бахмутской депрессии, к которой приурочено 28 пунктов минерализации, а к Кальмиус-Торецкой – 4. Наиболее богатое оруденение примыкает к переходу сероцветных отложений в красноцветные. Оруденелыми бывают как песчаники, так и алевролиты; мощность залежей обычно не превышает 2–2,5 м. Руды представлены вкраплен-

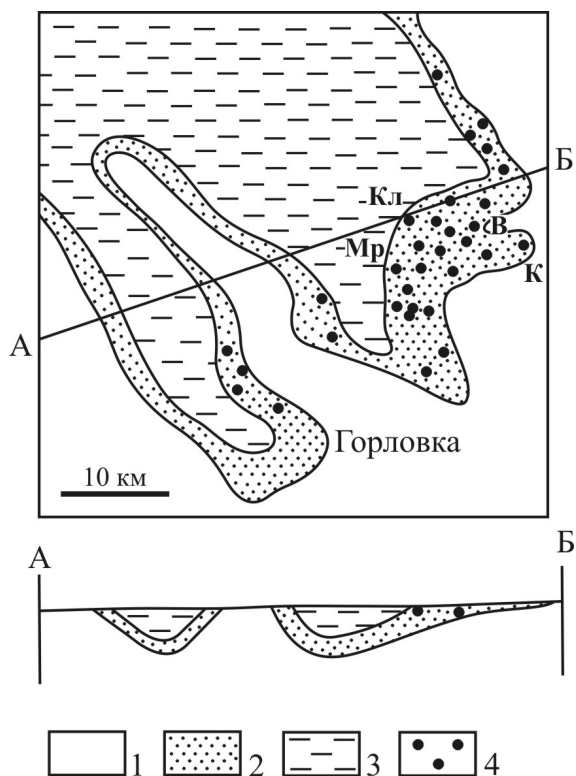


Рис. 4.10. Схема размещения медного оруденения в Донбассе [Татаринов, 1993].

1 – подрудные каменноугольные отложения; 2 – медистые песчаники нижней перми; 3 – надрудные отложения верхней перми – мезозоя; 4 – местоположение пунктов медной минерализации. Охарактеризованные рудники: Мр – Медная руда, Кл – Клиновое, В – Выскривское, К – Картамышское

ностью халькозина, борнита, халькопирита. В зоне окисления медные минералы образованы малахитом и азуридом с примесью оксидов меди. Рудоносные отложения обычно залегают в виде лентообразных тел и линз. Встречаются округлые конкреции размером до 10 см, содержащие халькозин, а также древесные остатки, замещенные сульфидами меди. Наиболее высокие содержания меди в рудах достигают 3–5 %, но в древности отбирали более богатые разности. Об этом свидетельствуют находки руд, оставшихся в медеплавильных горнах, с концентрациями меди порядка 10 %.

Наиболее показательным местом добычи и плавки меди является **Картамышский** археологический микрорайон. Здесь обнаружены три карьера, система подземных горных выработок, производственная площадка для обогащения руды, а также три поселения горняков. На Картамышском рудопроявлении прослежено четыре рудоносных горизонта мощностью 0,5–1 м и протяженностью 3–5 км с телами вкрапленных руд линзовидной формы. Минеральный состав: халькозин, борнит, халькопирит, а в зоне окисления – малахит и азурит. Внимание исследователей привлекает в первую очередь масштабность открытых горных работ, которая была возможна из-за выходов медистых песчаников на поверхность. Самый большой карьер имеет размеры 70?70 м, глубину до 5 м и окружен отвалом высотой 3–4 м. Вблизи находятся два оплывших карьера поперечником 15–30 м. Руду добывали и из подземных горных выработок, достигавших глубины 30 м, в которых преобладали сульфидные руды. По данным Ю.М. Бровендера, на рудном поле было добыто около 60 тыс. т руды, из которой предположительно выплавляли 3 тыс. т меди при 5-процентном содержании в руде.

Карьер рудопроявления **Клиновое** имеет вид впадины диаметром 100–120 м, глубиной 5–10 м, окруженной отвалом из красноцветных глин и щебня высотой 4–15 м при общей длине 250 м. Под отвалом вскрыты стоянки эпохи поздней бронзы, культурный слой которых мощностью 10–50 см насыщен костями животных, пропитанными медной зеленью. В отвалах расположенных рядом карьеров обнаружены обломки шлаков. В откосах оврага вскрыты верхние горизонты древних шахт, имеющих поперечник 1,2–1,5 м.

Рудопроявление **Выскривское** (Пилипчатинское) расположено на безводном высоком плато и имеет площадь 0,5?1 км. На этой территории выявлено четыре распаханые выемки, самая значительная из которых имеет диаметр 50 м и глубину 5 м. Она окружена отвалами, в которых присутствуют обломки медных руд. К рудопроявлению примыкают остатки стоянки с фрагментами керамики, шлаков и костей, пропитанных медной зеленью. Здесь же собрана выразительная коллекция орудий труда для добычи и переработки руд: каменные кувалды, молоты, терочники, песты, плиты для растирания руд. Следы литья представлены обломками литейной формы, горшков для плавки руд с каплями меди.

Рудопроявление *Медная руда* находится в одноименном селе и представлено двумя карьерами. Первый, расположенный на правом берегу р. Горелый Пень, прямо в селе, имеет овальную форму и размеры 15?75 м, глубину 1–2 м. Второй рудник находится в 0,5 км восточнее села и представлен карьером размером 30?100 м при глубине 5–7 м. Отвалы высотой 5–7 м содержат обломки руд. К руднику примыкают остатки поселения поздней бронзы, в культурном слое которого обнаружены шлаки, остатки керамики, кусочки руды.

Время действия Донецкого горно-металлургического центра, по данным С.И. Татаринова, относится к XIV–X вв. до н. э.

Кроме медистых песчаников, в Донбассе имеются и другие типы минерализации, которые могли представлять интерес для древних металлургов. В окрестностях с. Раздольное в базальтах выявлено несколько маломощных жил с халькопирит-борнитовой минерализацией и хорошо выраженной окисленной зоной. Хотя на этом рудопоявлении следы древней разработки не сохранились, оно имеет археологическое значение. Недалеко от жил расположено исследованное О.Г. Шапошниковой поселение эпохи бронзы со следами металлургического производства. Тип оруденения сходен с медными залежами юго-восточной Болгарии.

Южное Приуралье

Каргалинский центр широко известен масштабными разработками, поражающими воображение геологов и археологов. Он, безусловно, относится к крупнейшим рудным районам древности и стоит привести в книге его основные характеристики по данным Каргалинской археологической экспедиции Российской академии наук (рис. 4.11). Археологи вместе со специалистами в области геологии, ботаники, зоологии, антропологии, металлургии в 1990–1999 гг. работали на этой группе рудников возле Оренбурга.

Одно из первых описаний рудного поля принадлежит писателю и геологу Ивану Антоновичу Ефремову, изучавшему в 30-х гг. XX в. медные месторождения. «На степных просторах, на склонах и вершинах низких холмов выделяются красивыми голубовато-зеленоватыми пятнами группы отвалов – больших куч бракованной руды, окаймляющих широкие воронки, а кое-где видны провалы старых засыпанных шахт. Местами отвалы и воронки покрывают обширные поля в несколько квадратных километров. Такая земля, по выражению местных хлеборобов, «порченная», пахать ее нельзя; поэтому изрытые участки поросли ковылем или полынью, воронки шахт – кустарником вишни. Даже в разгар лета, когда все вокруг выгорело и степь лежит бурая, в белесой дымке палящего зноя, холмы с остатками горных работ покрыты цветами, которые вместе с зелено-голубыми выпуклостями рудных отвалов, темной листвой вишни и золотистыми колышущимися оторочками ковыля представляют причудливое и красивое творение неярких тонов. Словно акварели талантливых художников, лежат эти маленькие степные островки на бурой равнине жнивья» [Ефремов, 1950].

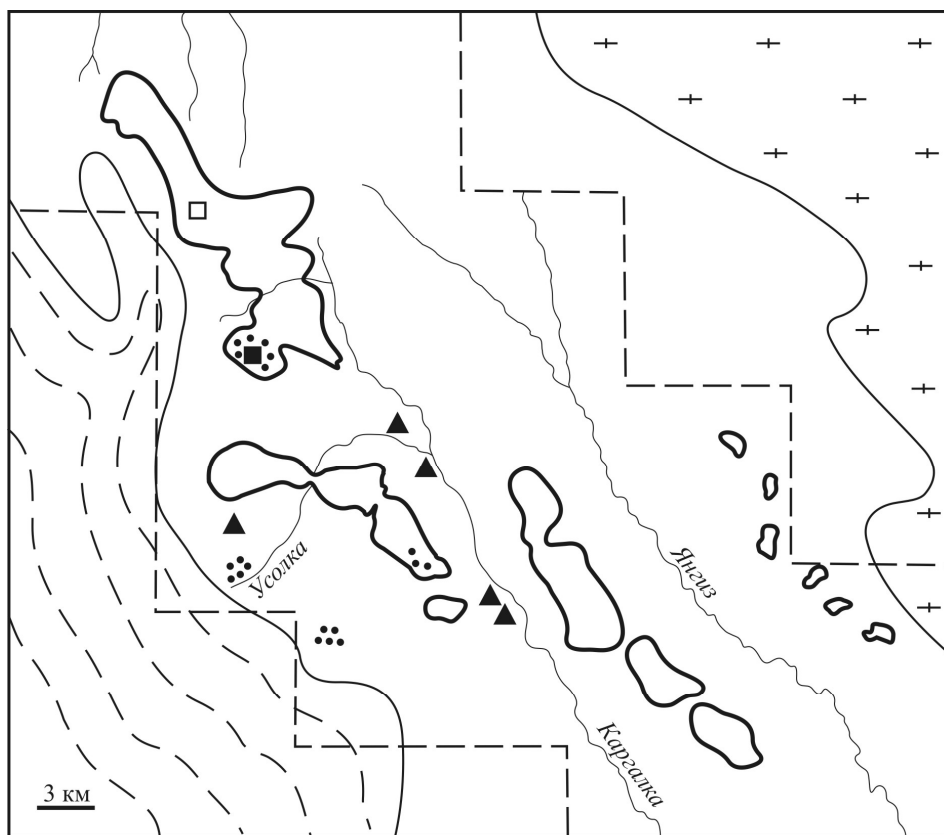


Рис. 4.11. Геоархеологическая схема Карагалинского рудного района [Каргалы, 2002].

1 – аргиллиты, алевролиты, песчаники, гипсы, каменная соль (верхнеказанский подъярус P_{2k2}); 2 – медистые песчаники, алевролиты, конгломераты (нижнетатарский подъярус P_{2t1}); 3 – аргиллиты, алевролиты, песчаники перми (верхнетатарский подъярус P_{2t2}); 4 – участки развития древних и старинных горных выработок; 5 – горные выработки Мясликовского участка; 6 – Дмитриевский разведочный участок; 7 – курганы; 8 – поселения бронзового века; 9 – участок детальных работ Карагалинской экспедиции

В последнее время рудники рассмотрены Е.Н. Черных с коллегами [Каргалы, 2002]. Медное оруденение приурочено к верхнепермской красноцветной формации, которая прослеживается вдоль западного склона Урала. Накопление осадков проходило в разнообразных обстановках: русловых, засоленных лагун и морских. Максимальное оруденение сосредоточено на

участке 3–9?40 км, в пределах которого пройдено около семи тысяч рудников. Каргалинский пейзаж впечатляет хаотичным сочетанием бесчисленных ям и бугров, провалов и отвалов. Самый крупный провал над подземным залом имеет диаметр 50–70 м и глубину более 25 м.

Часть рудников пройдена в древности, но большая часть – в XVIII и XIX вв. российскими промышленниками. Различить их довольно сложно, так как они проходились по одной технологии, вслед за рудными линзами. Правда, отличались проходческие орудия: медь и бронзу сменило железо. Основным признаком, по которому можно различать разработки, может служить характер отвалов: древние представлены преимущественно мелкодробленым щебнем, а старинные – огромными кучами крупнообломочного материала. Очень часто участок минерализации и вскрывающие его основные группы горных выработок являют собой беспорядочные нагромождения, когда более поздние могли неоднократно перекрывать и разрушать более ранние. Сохранившиеся подземные выработки представляют собой исключительно запутанный лабиринт многократно пересекающихся многоярусных штолен, штреков, вентиляционных и шахтных стволов. Таким примером являются выработки Мясниковского участка в северной части рудного поля, план которых составлен с помощью спелеологов (рис. 4.12). Именно эти выработки были описаны И.А. Ефремовым.

Шахты – вертикальные выработки округлого сечения глубиной до 40 м, предназначенные для достижения рудных прослоев. В стенках шахт остались выемки, по которым поднимались и спускались проходчики и их помощники. Штольни – горизонтальные или близкие к горизонтальным выработки, имеющие выход на дневную поверхность и обычно пройденные по простиранию рудных залежей. Как правило, форма их причудливая и была обусловлена морфологией «рудных струй». Из штолен проходились расчески и штреки по рудным прослоям. Поскольку на Каргалах присутствовали линзовидные и гнездовые скопления медных минералов, то подземные выработки иногда разрастались в громадные подземные залы высотой до двух десятков метров. Возле устьев шахт и штолен, по которым выносилась руда и нерудная масса, накопились большие отвалы. Поверхностные выработки представлены разносами – мелкими шурфами и карьерами, заложенными для расчистки коренной породы и поисков медной минерализации.

Осадочные толщи в районе месторождения залегают почти горизонтально с пологим падением на юго-запад. Подрудные отложения представлены осадочными породами: аргиллитами, алевролитами, песчаниками, гипсами и каменной солью. Рудовмещающая толща сложена обломочными породами, в которых залегают медистые песчаники. К надрудным отложениям относятся тонкообломочные песчаники.

Установлена приуроченность медного оруденения к двум стратиграфическим уровням, разделенным прослоем безрудных красноцветных пород мощностью 20–35 м (рис. 4.13). Нижний горизонт не выходит на поверхность,

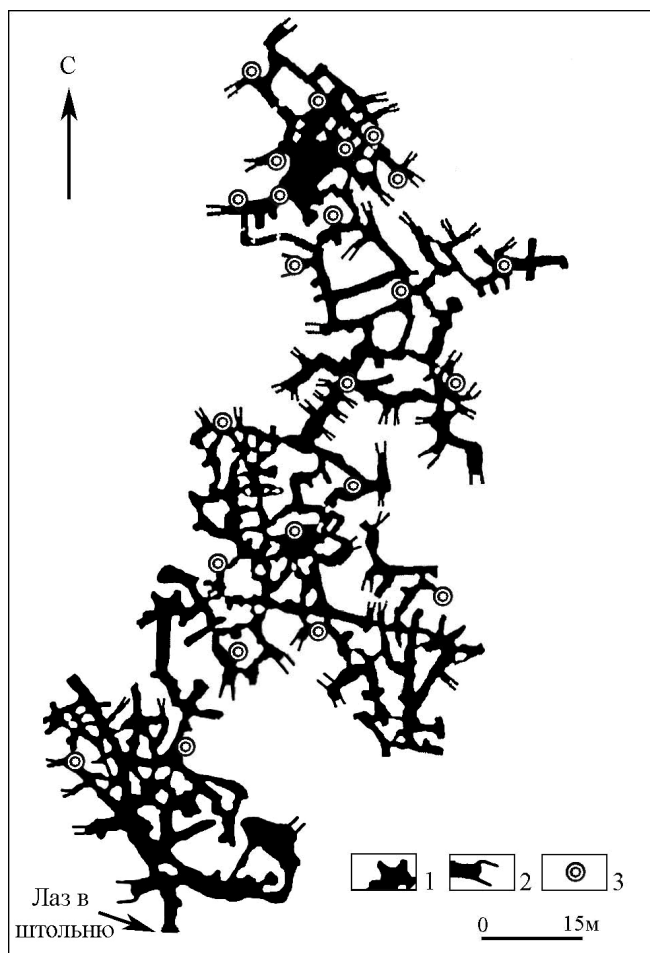


Рис. 4.12. Схема подземных горных выработок на Мясликовском участке Каргалинского рудного района [Жаргалы, 2002].

1 – проекция на горизонтальную плоскость горизонтальных и наклонных выработок; 2 – завалы; 3 – вертикальные стволы шахт

связан с толщиной песчаников и мергелей с прослоями конгломератов и приурочен к русловым отложениям. Длина рудных тел достигает 1400 м при ширине в несколько десятков метров и мощности 0,5–5,5 м. В плане они имеют форму лент, напоминающих речные меандры, и выполняют корытообразные углубления, возникшие в результате размыва подстилающих мергелей, так называемой «мергельной постели». Среднее содержание меди в руде 2,5 %, что определяет запасы отдельных рудных тел до 10–15 тыс. т. Верхний горизонт приурочен к низам толщи красно-бурых песчаников и образует рудные тела изометричной формы диаметром десятки метров при мощности от

1–2 до 10–15 м. Он был основным источником руды для древних рудокопов. По свидетельству П.И. Рычкова, в этих рудах содержание меди составляло около 10 %, что установлено по опробованию древних складов обогащенных руд [Каргалы, 2002].

На месторождении преобладают два типа руд: сероцветные песчаники и темно-серые мергели. Медьсодержащие минералы слагают цемент песчаников, конкреции и замещают органические остатки – обломки стволов деревьев. На рудном поле установлены сульфиды (халькопирит, халькозин, ковеллин); карбонаты и оксиды (малахит, азурит, куприт); силикаты (хризоколла); самородные элементы (медь). Формирование руд, по инфильтрационной гипоте-

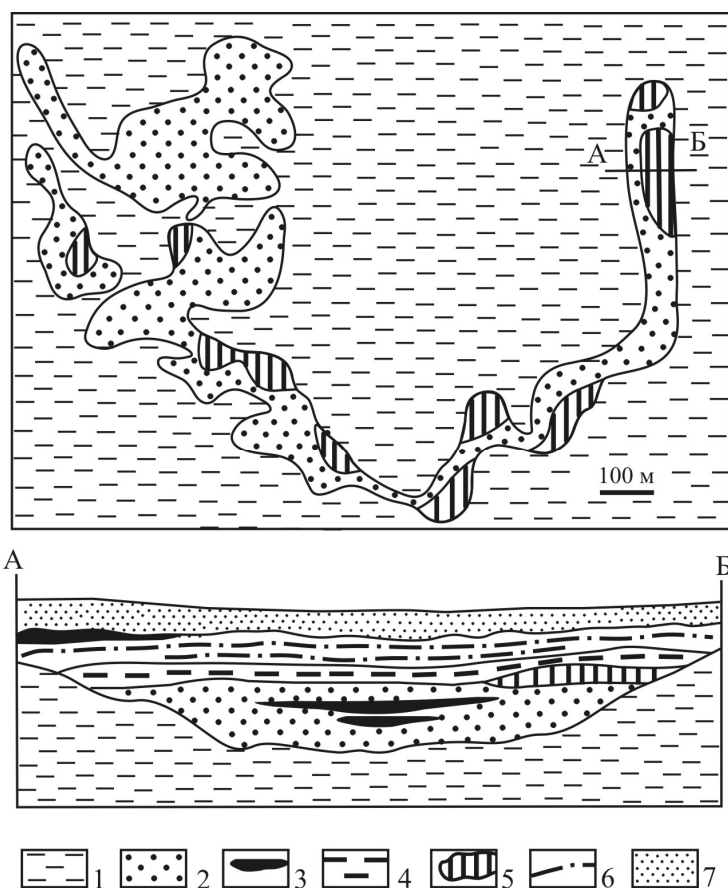


Рис. 4.13. Схема строения Дмитриевского разведочного участка [Каргалы, 2002].

1 – мергели; 2 – песчаные мергели; 3 – медистые песчаники; 4 – серые мергели; 5 – мергелевые медные руды; 6 – красные мергели; 7 – верхний песчаный горизонт

зе, происходило путем выноса меди из красноцветных отложений грунтовыми водами и осаждения ее в местах скопления органических остатков на сероводородных барьерах. Морфология обогащенных участков определялась перераспределением рудного вещества пострудными дислокациями, так называемыми диагенетическими, катагенетическими и метаморфическими процессами. Возвратимся к И.А. Ефремову [1950]: «Поражающее впечатление производят огромные черные стволы окаменевших деревьев, иногда даже с сучьями. Гиганты давно исчезнувших лесов, теперь ставшие железом и кремнем, лежат поперек выработок, и часто ход огибает такое дерево сверху или снизу, не в силах пробить его крепкое тело».

Первая оценка количества добытой на Каргалах меди дана Е.Н. Черных. В XIX в. на действовавшие заводы вывезено 5 млн т медных руд, из которых было получено 125–130 тыс. т меди. Евгений Николаевич предполагает: «И даже если мы предпочтем ориентироваться на низшую норму добычи руд на Каргалах – все равно цифры будут звучать удручающе огромными: до 55–60 тыс. т меди» [Черных, 1997. С. 74–75]. Но совокупный металл бронзового века в музеях и коллекциях археологов – несколько сот килограммов! Причем каргалинский металл составляет лишь 10–15 % от всего собранного, т.е. 100 кг. «Куда же девались остальные 99,99 % меди, выплавленной из руд Каргалов! Увы! Они исчезли бесследно! По всей видимости, металл обладал каким-то удивительным свойством «растворяться» во времени. Видимо, истина состоит в том, что базой наших суждений о древней металлургии служит неправдоподобно малая часть сохранившегося металла» [Черных, 1997. С. 76].

Если исходить из пропорции полученной в древности и XVIII–XIX вв. меди (1:10), как это предложено в гл. 1, следует принять производство древними металлургами Каргалов около 12 тыс. т этого металла. Все равно это огромная величина!

4.3. Медные рудники Азии

Закавказье, Малая Азия, Ближний и Средний Восток

Медным рудам и металлу этой важной провинции посвящена крупная работа Л.И. Авиловой [2008]. Ей с коллегами удалось провести важные полевые исследования и обобщить сведения, полученные в многочисленных экспедициях по району, где были обнаружены древнейшие изделия из меди (рис. 4.14). По Закавказью главными источниками наших сведений являются монографии А.Ц. Геворкяна [1980] и И.Р. Селимханова [1970], которые обобщили труды предшественников.

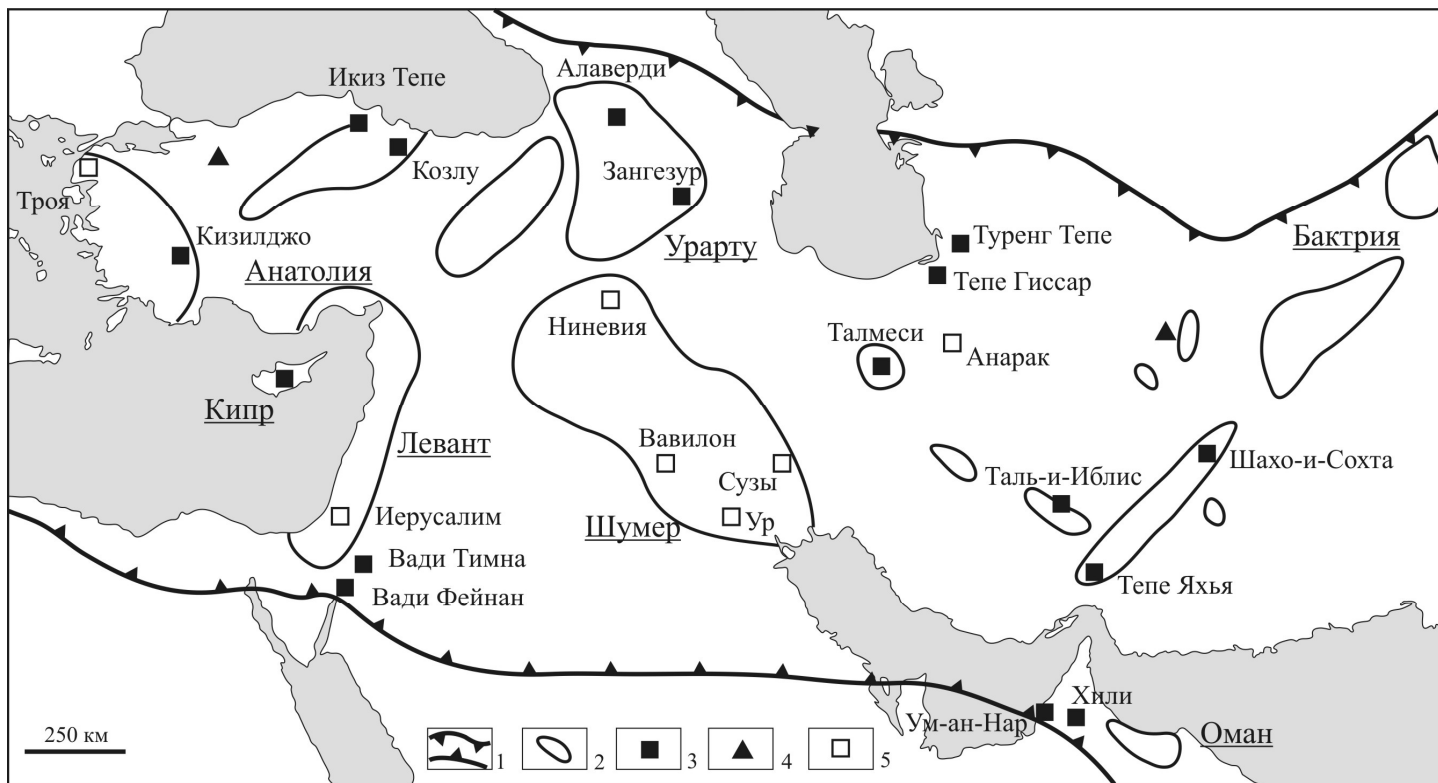


Рис. 4.14. Схема размещения археологических памятников на территории Ближнего Востока в III–I тысячелетии до н. э. [Авилова, 2008, с дополнениями].

1 – границы Средиземноморского металлогенического пояса; 2 – ареалы развития археологических памятников; 3 – древние рудники; 4 – оловорудное месторождение; 5 – древние города. Подчеркнуты названия главных древних государств

Левант – древняя страна, охватывавшая восточное побережье Средиземного моря включая современную Сирию, Палестину, Иорданию и Израиль. На этой территории располагаются важные разработки медных руд, по которым имеются египетские письменные свидетельства. Добыча руд происходила в долине Вади Араба, расположенной между Мертвым и Красным морями. «Это крупный меднорудный район, восточная часть которого находится в предгорьях Иордании, а западная – в Иерусалиме. На западе был исследован район Тимна с многочисленными хорошо сохранившимися шахтами и следами выплавки. Считается, что разработка месторождений меди здесь началась еще в IV в. до н. э.» [Авилова, 2008]. Сюда активно снаряжались египетские экспедиции по добыче медных руд начиная с XIII в. до н. э. вплоть до римского времени. Геолог Х. Кинд, изучивший месторождения в восточной части Вади Араба, показал уникальность этого района (Вади Фейнана) для юго-восточного Средиземноморья по масштабам добычи и переработки руды. Здесь обнаружено около 200 тыс. т медных шлаков, что можно сравнить только с разработками на Кипре.

Масштабные следы добычи руд сохранились на Синайском полуострове. Здесь около древних поселений найдены орудия труда: молоты, кувалды, терочники и песты для измельчения руды. Обнаружены также остатки печей и горнов, шлаковые поля, в которых сохранились сотни тонн медных шлаков.

В **Армении** признаки древних разработок сохранились в Алавердском и Зангезурском районах. В первом известны месторождения Алавердское, Ахталское, Шамлугское, Агвинское, Анкадзорское, которые обнаружены по следам древних работ и в новое время разрабатывались с середины XVIII в. На Антоновском месторождении вблизи Анкадзора выявлена подземная горная выработка, отличающаяся от новых своей сложной формой. Она напоминает наклонную шахту общей глубиной 15 м, которая с отметки 4,5 м разветвляется и образует два ствола. Один из них заканчивается через 4 м, второй продолжается в северо-западном направлении до 11 м, после чего упирается в сферически расширенный забой. Для всей выработки характерна неправильная геометрическая форма: от поверхности до самого забоя то расширяясь, то суживаясь она проходит по контуру рудного тела. Техника ее проходки свидетельствует о древнейших горно-проходческих работах.

Из медных месторождений Зангезурской группы наиболее значительны Кафанское и Каджаранское. Многие авторы, описывая геологию рудных полей, указывают на роль древних разработок в их открытии. На Каджаранском месторождении до недавнего времени сохранились остатки шлаков с включениями древесного угля.

Анализ металлических изделий из раннебронзовых памятников на территории Армении (куро-аракская культура) показал использование главным образом мышьяковистой бронзы с содержанием мышьяка от 1 до 4,6 %. Для следующей среднебронзовой эпохи наиболее распространенным типом металла является мышьяковисто-оловянистая бронза.

В **Иранском нагорье** древняя добыча руд базировалась на рудном районе Талмеси-Мескани к юго-западу от Тегерана (см. рис. 4.14). Здесь, кроме поверхностных выработок, были открыты длинные штольни. Их конфигурация определялась формой жильных рудных тел. Зоны минерализации представлены малахитом и азуридом с включениями самородной меди. Находки керамики и данные изотопного датирования подтверждают масштабность работ конца IV – начала III тысячелетия до н. э. Следы плавки руд в виде шлаков и остатков металлургических печей отмечены в нескольких районах юго-восточного Ирана. Большинство металлических изделий этого региона включая средний бронзовый век относится к мышьяковым и мышьяк-никелевым бронзам. Лишь в среднем бронзовом веке появляются существенные количества оловянистых бронз. На схеме «Месторождения медных руд», приведенной в книге Л.И. Авиловой [2008], не случайно показано месторождение олова.

Южное Зауралье

Авторы изучили рудники Южного Зауралья, приуроченные к вулканическим породам и серпентинитам (см. рис. 2.2). Источниками сырья в них были многочисленные залежи продуктов окисления сульфидных руд с преобладанием карбонатов меди – малахита и азурида. Всего на этой территории, включая Мугоджары, выявлено около 50 древних рудников. Исторически сложилось, что многие месторождения из-за удаленности от металлургических центров не разрабатывались в новое время (XVIII–XX вв.) и древние карьеры достаточно хорошо сохранились. Исключением являются рудные поля с медноколчеданными залежами, на которых сформированы промышленные площадки горнорудных комбинатов, кардинально нарушившие первичный ландшафт.

Несмотря на высокую степень изученности медного оруденения региона, сохранилась возможность выявления ранее не известных археологам рудников. В качестве примера можно привести наши работы, в результате которых открыты рудники Воровская Яма, Дергамышский, Ивановский, Ишкининский.

Особенно привлекли наше внимание древние карьеры на трех последних месторождениях. Мы начали их исследование в 1999 г. и подвели их итог через семь лет, опубликовав солидную монографию [Зайков и др., 2009]. Древние карьеры стали для нас большой и приятной неожиданностью. Если на Ишкининском месторождении наш предшественник К.Д. Субботин нанес их на карту в суровые годы войны, то на Дергамыше и Ивановке эта ситуация ускользнула от геологов, работавших в 1950-е гг. По крайней мере, в геологических отчетах об этом информации не было. Так что полученные нами данные явились новостью для археологов. Мы долго предлагали коллегам

принять участие в совместных работах, но «лед тронулся» лишь в 2009 г. Орские археологи под руководством В.В. Ткачева вскрыли карьеры и поселения древних горняков.

Еленовский рудник – первый, на котором мы научились видеть разработки бронзового века. Нужно было ощутить форму карьера, соотношение древних и старинных горных выработок. Дело в том, что месторождение неоднократно разведывалось в 1930–1940 гг. и нарушено канавами, траншеями и шурфами (рис. 4.15). Но все эти выработки «насажены» на древние отвалы и достаточно легко определяются.

Рудник расположен на правом берегу р. Киембай, в 3 км восточнее одноименного поселка в Домбаровском районе, Оренбургской области. Он был обнаружен местным жителем А.С. Новиченко в 1918 г. и в 1937 г. изучался И.Л. Рудницким. Древний карьер имел размеры 30×40 м, глубину 5–6 м; в последнее время здесь начата добыча коренных медных руд.

Месторождение принадлежит к довольно редкому молибденит-халькопирит-турмалиновому типу и приурочено к среднедевонской вулканогенной толще, прорванной гранитоидами. На месторождении выявлены пять линзовидных тел, сложенных кварц-хлорит-турмалиновыми породами и базальтами с прожилково-вкрапленной медной минерализацией.

Главное рудное тело имеет плитообразную форму с расщеплением на флангах, крутое падение на восток, протяженность по вертикали около 120 м, по простиранию 100–130 м, мощность 5–45 м. В рудном теле чередуются сульфидизированные породы кварц-турмалинового, турмалинового, карбонат-хлорит-турмалинового состава. Максимальные содержания меди в этих породах соответственно 6,8; 11,8; 3,9 %. Сульфидная минерализация висячем боку представлена главным образом халькопиритом, а в лежащем – пиритом.

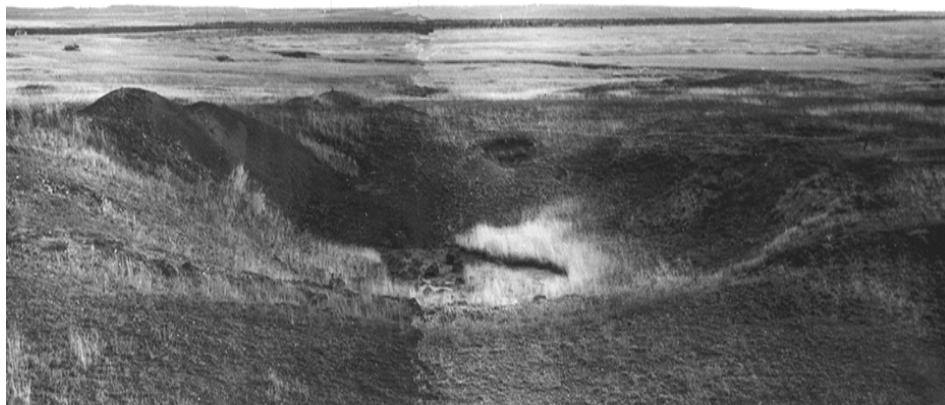


Рис. 4.15. Древний карьер на Еленовском руднике. 1993 г.

Зона окисления распространена до глубины 15 м и включает малахит в виде тонких прожилков. Зона вторичного сульфидного обогащения локализована в интервале 15–19 м, для нее характерны халькозин, борнит и ковеллин, а содержание меди достигает 10 %.

Среди первичных руд имеются жилки, гнезда и скопления размером до 5?10 см, сложенные сульфидными агрегатами: халькопиритом, пиритом, молибденитом. Второстепенные рудные минералы представлены сфалеритом, магнетитом, ильменитом, галенитом, рутилом, самородным золотом и серебром. Максимальное содержание золота 10 г/т. Вблизи карьера обнаружены многочисленные следы металлургической деятельности в виде скоплений шлаков, капель меди, тиглей. Е.Е. Кузьмина отмечала, что эксплуатация Еленовского рудника началась в глубокой древности, достигла расцвета в алакульский период и была прекращена в позднеалакульскую эпоху бронзового века.

Современная история Еленовского рудника связана с частным горнорудным предприятием, которое проводит отработку месторождения открытым способом. К сожалению, наших сотрудников на карьер не допустили, таковы grimасы жизни. Никаких следов древнего рудника сейчас не осталось, но еще сохранились остатки шлакового поля. Наверняка, можно было исследовать для истории этот рудник, если бы власти поставили условием для владельцев месторождения провести археологическое изучение памятника.

Рудник Воровская Яма выявлен В.В. Зайковым, Г.Б. Здановичем и А.М. Юминовым [1995] в холмистой местности на левобережье р. Зингейка. Название выемке, в которой прятали украденный скот и которая оказалась древним карьером, дали местные жители.

Древний карьер имеет диаметр 30–40 м и глубину 3–5 м, первичная глубина была, по-видимому, 6–7 м (рис. 4.16). Карьер окружен прерывистым отвалом шириной 5–15 м и высотой 0,8–1,5 м. Наиболее полный их разрез состоит из трех горизонтов, разделенных слоями погребенных почв. Нижний горизонт мощностью 5–10 см сложен зеленовато-желтыми нонtronитовыми глинами с редкой дресвой медных руд. Средний состоит из песчаноглинистой массы, обогащенной дресвой и плитчатыми обломками базальтов и серпентинитов, а также обломками, пропитанными малахитом. Слой имеет линзовидную форму и мощность 70 см. Верхний горизонт состоит из нескольких эшелонированных тел различного цвета и состава. В слоях, обогащенных нонtronитовой глиной, имеются обломки медных руд.

У восточной выклинки северного отвала карьера был обнаружен культурный слой протяженностью около 8 м. Он состоял из двух горизонтов, каждый из которых, в свою очередь, перекрывался отработанной породой. Нижний содержал золу и кости домашних животных, верхний – остатки строительных конструкций и ямки с фрагментами сосудов алакульско-срубного типа. Поскольку в подъемных материалах, собранных на бортах

древнего карьера, представлена посуда синташтинско-петровского облика, можно предположить, что основные этапы функционирования рудника связаны со временем средней и поздней бронзы.

В дне карьера вскрыты малахитсодержащие породы в виде линзы мощностью до 3–8 м и длиной 25 м. Ее верхняя часть представлена обломками окисленных руд в коре выветривания, затем идет зона окисленных руд (элювиальная часть рудного тела) мощностью 2–4 м. В древние времена рудные обломки, очевидно, извлекались из рыхлых пород. По строению отвала и присутствию в нем нескольких слоев погребенной почвы можно предположить четыре стадии разработки месторождения. Они были разделены перерывами в десятки лет, в течение которых формировались почвы мощностью 5–10 см.

Согласно произведенным расчетам, из добытой руды (около 5 000 т) при содержании меди 3 % и коэффициенте извлечения 50 % могло быть получено приблизительно 75 т меди. Одним из центров переработки медных руд являлось поселение Куйсак, где выявлены медьсодержащие шлаки [Зданович, Батанина, 2007].

Дергамышский и Ивановский рудники. Они расположены в одном рудном районе в осевой части Главного Уральского разлома. Дергамышское месторождение было открыто в конце 20-х гг XX в., Ивановское – полвека назад. Сведений о том, что интересующие нас месторождения разрабатывались в древности, не имелось. Сначала мы обратили внимание на Дергамышский карьер, который имеет форму близкую к треугольной, поперечник 70–80 м,



Рис. 4.16. Древний карьер на руднике Воровская Яма. Южный Урал, 2009 г.



Рис. 4.17. Древний карьер на Дергамышском рудном поле.
Южный Урал, 2000 г.

глубину 10–12 м (рис. 4.17). Он окружен прерывистым отвалом, наиболее выраженным в западной и восточной частях, где имеет высоту около 3 м при крутизне склонов 15–25°. На дне карьера находится отвал опаловых пород в виде гряды высотой 1–2 м. Опалиты белые, желтоватые, оранжевые, красные со стекляннным блеском. Эти породы редко встречаются на других медных рудниках Урала, но известны в Центральном Казахстане (например на месторождениях Акбастау и Кусмурун), где характерны для золотоносных зон окисления сульфидных руд в пустынной зоне. На склонах карьера отчетливо видны результаты поздних геолого-разведочных работ в виде отвалов шурфов и канав.

Медная минерализация (малахит и хризоколла) проявлена в северном и восточном боргах в щелбе серпентинитов. Сульфиды на поверхности не обнаружены, но участками отмечена интенсивная лимонитизация. В первичных рудах установлены повышенные концентрации золота в кровле рудного тела (3–5 г/т), что представляет практический интерес. Медная минерализация представлена халькопиритом, цементирующим марказит-пиритовый агрегат.

Ивановское месторождение приурочено к тектоническим контактам пластин серпентинитов и базальтоидов. На месторождении выявлены две рудоносные зоны, в которых находятся линзы сульфидных руд. Восточная часть рудного поля сложена крупным блоком базальтов, диабазов и габбро, в центральной развиты серпентиниты, а в западной наблюдается ансамбль мелких блоков вулканогенных, осадочных и серпентинитовых пород. Первая рудоносная зона приурочена к контакту базальтов с серпентинитами и имеет

восточное падение, вторая располагается в западной части в сходной позиции в подошве базальтового блока.

Древний Ивановский рудник представлен слабо выраженным в рельефе карьером глубиной 1–2 м в восточной части рудной зоны. Длина выработки по днищу 50 м, ширина бортов 3–8 м. С востока она примыкает к склону, с запада ограничена отвалом высотой 1–3 м и шириной 5–15 м. Разрабатывалась зона хлоритизированных базальтов с примазками и корками малахита, мощность 3–6 м. Она параллельна халькопирит-пирротиновому рудному телу среди тальк-карбонатных метасоматитов, но располагается стратиграфически выше на 10–15 м. Такое положение установлено благодаря глубоким шурфам, пройденным на древнем отвале.

На **Ишкининском руднике** располагается восемь древних карьеров, из которых извлекалась медная руда. Характеристика этого интересного объекта дана в главе 6.

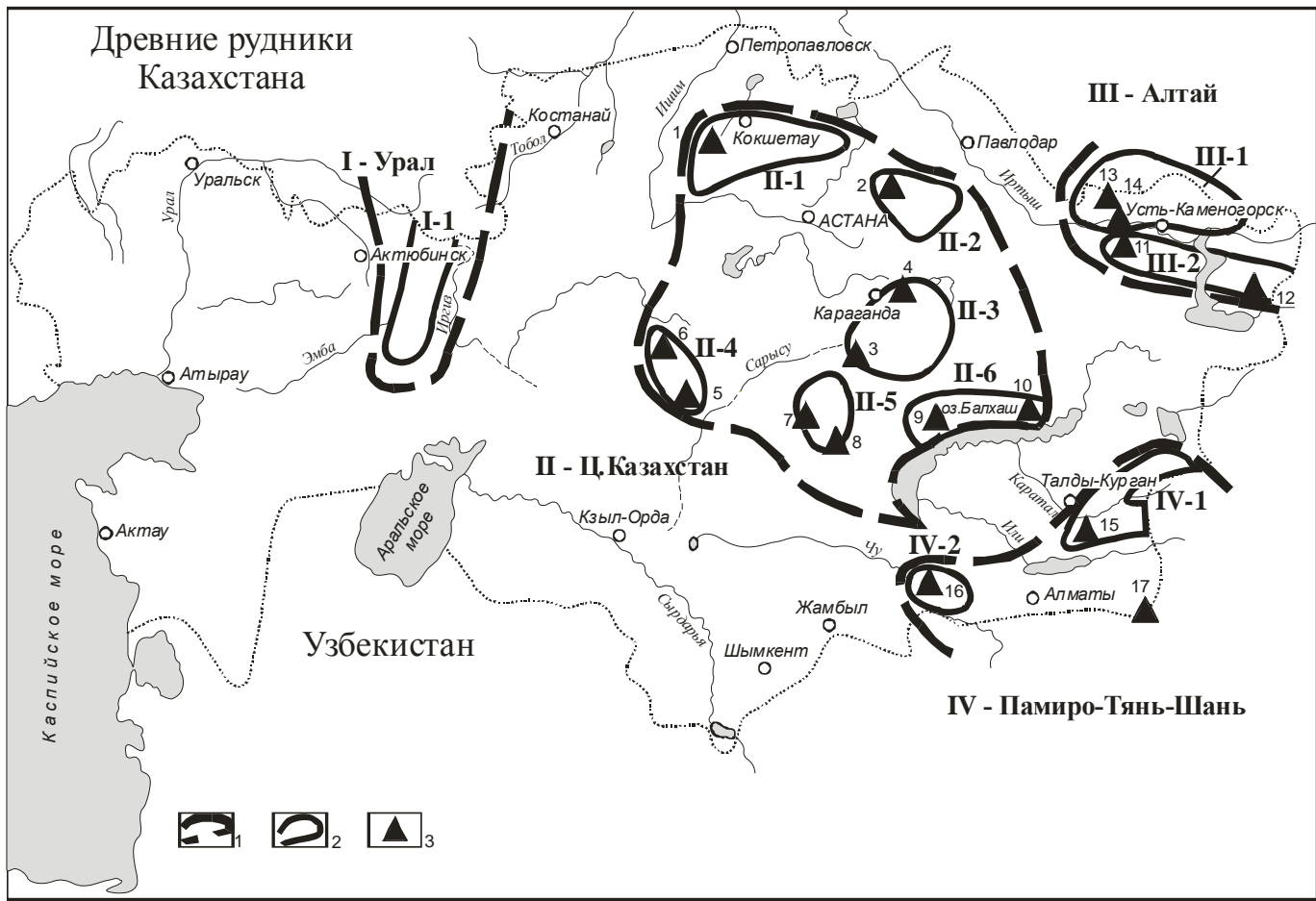
Центральный Казахстан

Древние рудники Центрального Казахстана в опубликованной литературе находились в тени по сравнению со сведениями о разработках Урала, Предуралья и более западных регионов. Однако по числу месторождений и количеству произведенного металла это уникальная кладовая. Обзор древних рудников дан в последнее время С.А. Берденовым [2008]. К настоящему времени в этой горно-металлургической области известно около 500 пунктов добычи медных руд. Разумеется, не все они равноценны, и здесь приводится характеристика наиболее значительных объектов.

В Центрально-Казахстанской горно-металлургической области выделено шесть центров (рис. 4.18), которые охватывают огромную территорию площадью с Каспийское море. Географически они находятся в Казахском мелкосопочнике, по-казахски Сары-Арка, и охватывают несколько природных зон: от лесостепи на севере до пустынь на юге.

Рис. 4.18. Схема размещения горно-металлургических центров и древних рудников Казахстана [Берденов, 2008, с изменениями].

1 – горно-металлургические области (I – Урал, II – Ц. Казахстан, III – Алтай, IV – Памиро-Тянь-Шань); 2 – горно-металлургические центры (I-1 Мугоджарский, II-2 Кокшетауский, II-2 Баянаульский, II-3 Успенско-Каркаралинский, II-4 Жезказганский, II-5 Бетпақдидлинский, II-6 Балхашский, III-1 Рудно-Алтайский, III-2 Калбинский, IV-1 Талдыкорганский, IV-2 Шатыркольский); 3 – древние рудники: 1) Имантау, 2) Бозшаколь, 3) Успенский, 4) Алтынтобе, 5) Жезказган, 6) касситеритовые россыпи Улытау, 7) Кенказган, Ефимовский, Мийкайнар, 8) Южный Болат-Тау – олово, 9) Коунрад, 10) Саяк, 11) Аскаралы – олово, 12) Карчига – олово, 13) Николаевский, 14) Вавилонский, 15) Коксай, 16) Шатырколь – олово, 17) Карагайлы-Актас – олово



В Жезказган-Улытауском горно-металлургическом центре самым известным является уникальное **Жезказганское месторождение** медистых песчаников (прежнее название «Джезказганское» применялось до распада СССР). В нем было заключено около 10 млн т меди. Разработка руд проводилась в бронзовом веке, средневековье и продолжается ныне. Первые сведения о горных выработках привел К.И. Сатпаев [1935], позднее их исследованием занимались Н.В. Валукинский, А.Х. Маргулан и др.

Месторождение располагается в терригенной флишоидной пестроцветной формации среднего – верхнего карбона, образовавшейся в лагунных условиях. Рудные залежи приурочены к пластам сероцветных пород. Основными минералами являются халькопирит, пирит, борнит, халькозин, самородная медь, подчиненное значение имеют галенит и сфалерит. Руды вкрапленные, прожилково-вкрапленные, приурочены к пластам песчаников, кварцитов, алевролитов, аргиллитов. Проявлена минералого-геохимическая зональность, соответствующая ритмичности рудоносной толщи. Наиболее отчетливо она выражена на участках развития контрастных ритмов, включающих конгломераты, песчаники, алевролиты и аргиллиты. По падению пластов состав руд меняется: борнит-халькопиритовые руды сменяются халькопирит-пиритовыми. Халькопирит-борнитовая зона тяготеет к краевой лагунной части баров, а халькопирит-пиритовая – к отложениям внутренней части лагунно-дельтовой акватории.

По расчетам С.Г. Болла и В.А. Пазухина, из недр до 1926 г. было извлечено 1 млн т руды, при переработке которой получено около 50 тыс. т металла; из них 1/10 часть – 5 тыс. т целесообразно отнести к древности (бронзовому и раннему железному векам). К этой оценке близки соображения К.И. Сатпаева, который проводил разведку Жезказгана и приложил огромные усилия для освоения этого гиганта.

На рудном поле месторождения было обследовано около 90 археологических памятников: древних выработок и стоянок. Основные из них названы в первый период исследований странными для Казахстана именами: Кресто, Петро, Покро, Раймунд, Златоуст и др. (рис. 4.19–4.21) Большинство стоянок находится у колодцев, запруд, протоков весенних вод, что отличает их от многих стоянок других регионов.

Центром древнего и средневекового Жезказгана было городище Милыкудук (старое название Елукудук – Пятьдесят колодцев). Оно располагается в 1 км от Кресто-центра на юго-восточной окраине рудника Жезказган в котловине и имеет площадь 10 га. Здесь обнаружены остатки жилых и производственных помещений в виде бугров и ям. Большую помощь в организации исследований городища оказал академик К.И. Сатпаев, ставший в 40-х гг. XX в. президентом только что организованной Академии наук Казахстана. Он выделил средства для раскопок и подсказал строителям Жезказгана мысль, как сохранить центр городища для исследований. Поселение трехслойное с культурными пластами, четко прослеживаемыми благодаря наносным горизонтам. Нижний слой содержит много реликтов жилищ, оставшихся от полужем-

лянок, обломки керамики, украшенной гребенчатым штампом, кремневые орудия – наконечники стрел и скребки. Это свидетельствует о принадлежности данного горизонта к эпохе бронзы.

Самыми древними захоронениями, обнаруженными в этом районе, являются курганы у горы Шом. Погребальные сооружения, по мнению С.А. Берденова [2008], близко памятникам ямно-афанасьевского круга. Надмогильные сооружения представлены каменными курганами диаметром 6–12 м и высотой до 1 м. У изголовья и в ногах погребенных были сложены куски медной руды, что позволяет считать эти сооружения могилами горняков.

Ближайший к Милыкудуку и самый богатый по запасам рудник Кресто имеет рудоносный горизонт мощностью 18 м. Отдельные выработки достигают длины 750 м при ширине 50 м и глубине 8 м. Ясно, что они являются результатом разработок в течение многих веков, но наиболее древний их период фиксируется остатками керамики, орнаментированной гребенчатым штампом, характерным для эпохи бронзы. На дне некоторых карьеров сохранились штольни длиной до 22 м с боковыми ходами, укрепленными с помощью целикков и искусственных опор. На участках Златоуст, Анненский, Карпиенский и Спасский сохранились карьеры длиной 20–25 м, шириной 10–12 м и глубиной 2–7 м. В штольнях найдены светильники, горные орудия и остатки керамики, сделанной на гончарном круге.

Добытые руды обогащали в несколько приемов. Первичную сортировку руды проводили вручную у самого забоя: богатые руды отбирали, а бедные бросали в отвалы. Отобранную руду переносили к бассейну, расположенному около плавильных печей, где ее дробили, сортировали и обогащали. От обогащения остались следы в виде крошки на всех отводах Жезказгана. У рудника Златоуст сохранилась система ям, соединенных между собой и с протоками весенних вод арыками. Около каждой ямы имеется отвал пустой породы диаметром 30–40 м и высотой до 2 м. О плавке меди из этой обогащенной руды говорит найденное здесь большое количество шлаков, обломков тиглей, подовых частей горнов, слитков металла.

Производственный центр средневековых рудокопов Жезказгана (XII–XV вв.) назван Н.В. Валукинским [1948] «Старинный заводской двор». Первоначально он был огорожен глинобитной стеной протяженностью 144 м. Внутри находились остатки металлургических печей, мастерских-кузниц, ям для промывки и флотации руды, кладовые и колодцы. В печах средневекового Жезказгана производилась выплавка различных металлов: меди, олова, свинца, золота и железа. На это указывают обнаруженные шлаки меди, слитки свинца и серебра, железные крицы. Руду, видимо, плавил по мере потребности. Размельченная и обогащенная медная руда хранилась у каждого мастера в особых ямах-кладовых. Они обнаружены возле печей и содержат рудный крупнозернистый песок. Содержимое этих кладовых было эквивалентно месячной добыче шахты в начальный период освоения месторождения в 1940-е гг.

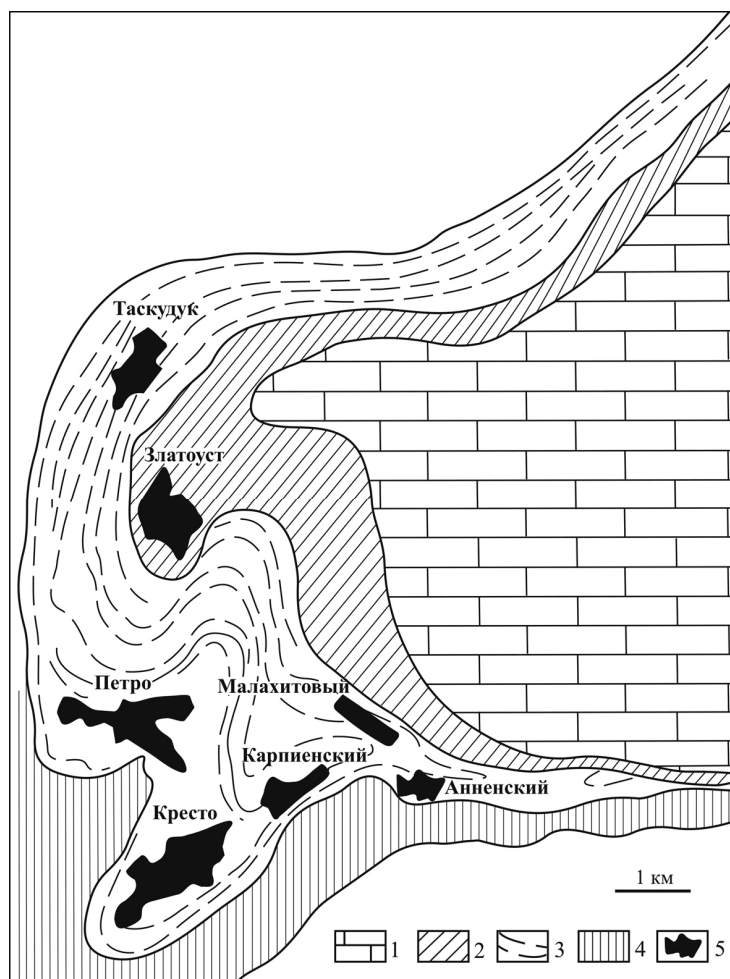


Рис. 4.19. Схема геологического строения Жезказганского месторождения [Сатпаев, 1935, с изменениями].

1 – терригенно-карбонатные отложения карбона; 2 – красноцветные песчаники подрудной толщи жезказганской свиты; 3 – сероцветные медистые песчаники рудоносной толщи жезказганской свиты; 4 – красноцветные песчаники надрудной толщи жезказганской свиты; 5 – контуры рудников, действовавших в 1935 г.

Кенказганский карьер является крупнейшим в Бетпақдалинском горно-металлургическом центре. Он имеет длину 500 м и ширину 80–100 м при глубине более 5–10 м; дно его не установлено. Несколько уступают в размерах Кенказгану карьеры Ефимовского и Мийкайнарского месторождений: длина 180–230 м, ширина 20–60 м. Вблизи карьеров обнаружены каменные орудия, а также андроновская и саргаринско-алексеевская керамика.



Рис. 4.20. Позиция рудных залежей Жезказганского месторождения [Лурье, 1988].
 1 – терригенно-карбонатные отложения карбона; 2 – терригенные отложения жезказганской свиты; 3 – залежи медистых песчаников; 4 – внешняя граница распространения сероцветных песчаников в жезказганской свите

Из этих карьеров, по данным С.А. Берденова [2008], добыто около 800 тыс. т руды, которые могли дать 40 тыс. т меди, из них 4 тыс. т в древности и раннем средневековье. Перечисленные месторождения также относятся к медистым песчаникам и имеют состав руд, сходный с жезказганским. Место плавилен пока точно не определено, район находится в пустынной местности.

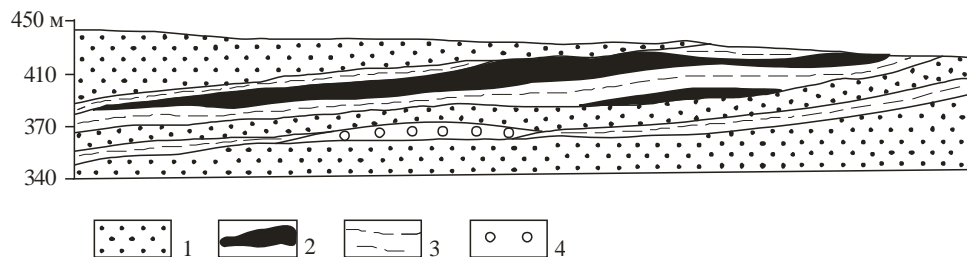


Рис. 4.21. Геологический разрез рудника Златоуст [Сатпаев, 1935, с изменениями].

1 – красноцветные песчаники; 2 – продуктивные медистые песчаники – богатые халькозин-борнит-галенитовые руды с содержанием меди более 2 %; 3 – медистые песчаники; 4 – конгломераты

В качестве вариантов обозначен **Успенский горно-металлургический центр**. На Успенском месторождении происходил не только металлургический передел руд, но и действовал древний карьер, в котором разрабатывались полиметаллические руды с высоким содержанием свинца и цинка. По приблизительному расчету К.И. Сатпаева, здесь было добыто около 200 тыс. т руды. Это означает, что при содержании меди 5 % было извлечено 10 тыс. т металла, из которого 10 % (1 000 т) приходится на древние века и раннее средневековье. В новое время месторождение разрабатывалось с 1847 г. по 1960 г. и для археологов давно утратило ценность из-за большой нарушенности рудного поля.

Гораздо больше сведений имеется о втором месторождении Успенского центра – Алтын-Тобе. Оно стало широко известно в 1975 г. после публикации о захоронении позднего бронзового века с богатым набором металлического инвентаря. Химический состав изделий идентичен рудам месторождения и характеризуется высокими содержаниями свинца и висмута, что довольно редко встречается в медных месторождениях. На рудном поле М.К. Кадырбаев с сотрудниками выявили 24 древних карьера длиной до 33 м, шириной до 20 м и глубиной до 5 м. С отвалов выработок собрано несколько фрагментов алакульской и саргаринско-алексеевской керамики.

Основу **Балхашского** горно-металлургического центра составляют два месторождения: Коунрадское и Саякское. Первое относится к типу медно-порфириновых залежей, второе – скарновых. Открывший Коунрад М.П. Русаков отметил на рудном поле ряд древних выработок, в отвалах которых сосредоточено 225 тыс. т медных руд, т.е. из такого количества в древности при содержании в рудах 5 % меди могли извлечь 1 100 т металла. На Саякском рудном поле, по данным С.А. Берденова [2008], выявлено свыше сотни древних выработок, представляющих собой мелкие карьеры, вытянутые вдоль простирания рудных тел на 90–100 м. Добытая руда плавилась на вершинах окрестных сопков, где постоянно дул ветер и обеспечивалась хорошая тяга.

Всего в Центрально-Казахстанской горно-металлургической области в древности могло быть получено около 10 тыс. т меди при переработке 2,5 млн т руды.

Хакасия и Тува

Положение древних рудников в геологических структурах Хакасии, Красноярского края и Тувы показано на рис. 4.22.

Добыча медных руд в Хакасии началась в конце бронзового века (афанасьевское время). Об этом, по данным Я.И. Сунчугашева [1975], свидетельствуют многочисленные находки медных орудий и украшений в погребениях. В это время появились и первые литые медные изделия – топоры и наконечники копий. Мало того, к данному периоду относятся находки не только изделий из меди, но и из мышьяковой бронзы. Одним из таких мест добычи и

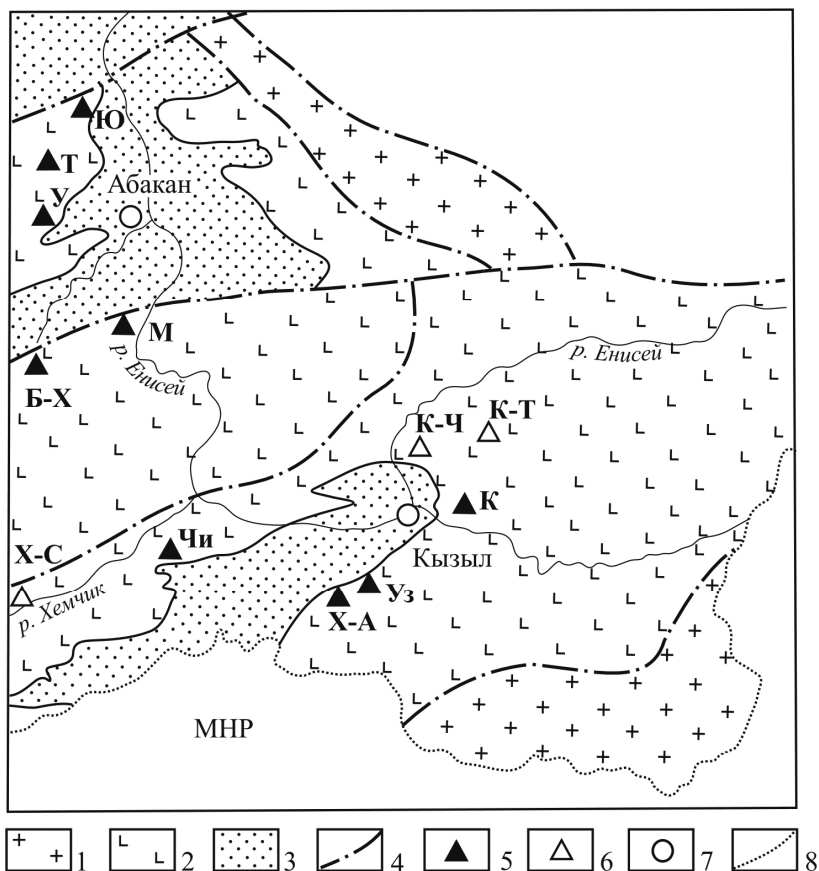


Рис. 4.22. Схема размещения древних рудников в геологических структурах Хакасии, юга Красноярского края и Тувы.

1 – докембрийские осадочно-вулканогенные отложения и мрамора с гранитоидными интрузиями; 2 – раннепалеозойские гипербазиты, вулканогенные и осадочные отложения с интрузиями габброидов и гранитоидов; 3 – верхнепалеозойские и мезозойские осадочные и вулканогенные отложения; 4 – разломы; 5 – древние медные рудники с сопутствующими шлаками (Ю – Юлия, Т – Темир, У – Улень, Б-Х – Бутрахты, Храджуль, М – Майна, Чи – Чиргаки, Х-А – Хову-Аксы, Уз – Узун-Ой, К – Кызыл-Торг); 6 – древние золотые рудники (Х-С Хаак-Саир, К-Ч – Кызык-Чадр, К-Т – Кызыл-Таш); 7 – города; 8 – государственная граница

переработки руд является ручей Узун-Жуль в Центральной Хакасии, где найдены кусочки медных шлаков. Рудоперы афанасьевского времени пользовались каменными молотами, пестами, отростками маралых рогов. В андроновское время разработка медных рудников затихает, на что указывают очень редкие находки в могилах бронзовых изделий: наконечников стрел, бус и сережек. Правда, есть версия, что андроновцы Сибири, отправляя своих умер-

ших в загробный мир, давали им с собой только горшок с поминальной кашей, чем и объясняется бедность погребального инвентаря.

Высокое развитие горного дела установлено в карасукскую (XII–VIII вв. до н. э.) и тагарскую (VII–III вв. до н. э.) эпохи. Предпосылкой этого служило увеличение численности населения, о чем говорят многочисленные могильники, содержащие до 100 погребальных сооружений. В связи с развитием скотоводства и земледелия, возникновением имущественного неравенства и военными столкновениями выросла потребность в металлических орудиях и украшениях. Карасукские мастера изготавливали кельты, различные типы ножей, кинжалы, серпы и другие изделия, в которых установлены высокие содержания мышьяка. От этого времени остались хорошо сохранившиеся могильники не только в степной, но и в горно-таежной части страны. Курганы тагарской эпохи, всегда имеющие монументальный вид, были первыми объектами археологических раскопок. Установлено, что могилы содержат намного больше медных и бронзовых изделий, чем памятники всех предшествовавших культур вместе взятые.

Маинский рудник является в Хакасии самым значительным. Он расположен на левобережье Енисея близ пос. Майна. Древние рудники сохранились в виде оплывших карьеров диаметром в десятки метров и глубиной до 10 м на западном фланге месторождения. Разрабатывалась зона окисления, которая простиралась до глубины 50–80 м. Современная добыча проходила из штолен, возле которых расположены отвалы. Состав первичных руд обычен для медноколчеданных месторождений: халькопирит, сфалерит, пирит, магнетит. Главное рудное тело объединяет 15 рудных линз общей протяженностью 320 м и мощностью 33–45 м.

Темирский рудник расположен в 20 км к западу от железнодорожной станции Уйбат. Рудные тела приурочены к зоне контакта известняков с гранитоидами и характеризуются мощной зоной окисления с малахитом, азуритом, хризоколлой, бурыми железняками. Глубина зоны окисления достигает 60 м. На двух участках месторождения, расположенных в 1,5 км друг от друга, известны древние карьеры, штольни и подземные камеры, в которых добывались малахитсодержащие руды. На первом участке остатки выработок размером до 25?12 м протягиваются субширотной цепочкой длиной около 1 км. На втором участке, названном Посельщик, они беспорядочно разбросаны на площади 0,5?1 км. Здесь зафиксировано 10 древних шлаковых отвалов.

О том, как глубоко проходились выработки Темира, имеется свидетельство М.С. Баклакова, который проводил на месторождении геолого-разведочные работы. Древние выработки располагаются на выходах окисленных руд и протягиваются на значительное расстояние вдоль рудных тел. При разведке обнаружилось, что часть выработок идет по падению рудных тел по спиральной линии на глубину 25–30 м. Первичные руды содержат халькопирит, сфалерит, галенит, молибденит, анализы показывают содержание меди 1–8 %, цинка – до 4 %.

Следы плавки руд находятся в виде шлаковых отвалов в 300–600 м от участка Посельщик, причем состав руд, сохранившихся в плавильнях, аналогичен окисленным разностям. Первый отвал имеет диаметр около 10 м и высоту 1,6 м. Почти в центре раскопа обнаружена продолговатая плавильная яма длиной 2,3 м, шириной 0,6 м и глубиной 0,4 м. Яма заполнена медными шлаками с примесью черной сажистой земли и древесного угля. Рядом с ней найдены два небольших слитка меди, фрагменты воздуходувных сопел. На краю раскопа находится печь, сложенная из гранитных плит. Размер ее 3?1?0,7 м; верх перекрыт гранитной плитой толщиной 10–13 см. Вся камера заполнена медными шлаками, углем и золой. Около печи найдены мелкие каплевидные слитки меди и много фрагментов глиняных воздуходувных сопел и обломков литейных форм, а также кусочки окисленных руд. Вблизи шлакового отвала обнаружены обломки горшков карасукского типа. В 100 м западнее находятся два отвала, где также обнаружены плавильные ямы с остатками шлаков, обломками руд, сопел и литейных форм.

Для подсчета выплавленной меди Я.И. Сунчугашев предложил использовать объем плавильных тиглей. По его наблюдениям, насыпи отвалов сложены из отдельных лепешковидных кусков шлака, имеющих примерный объем 2500–2600 см³. Верхний край таких кусков шлака обычно относительно ровный, а нижний – выпуклый и шероховатый. По-видимому, каждый кусок шлака является продуктом одной плавки меди в глиняном тигле-горшке. Наличие целых кусков медных шлаков дает возможность подсчитать приблизительно, сколько было сделано плавов и выплавлено меди древними металлургами. В 1 м³ шлаков может войти примерно 130 кусков шлака, а это число, умноженное на объем отвала, дает нам общее количество произведенных плавов. В первом отвале объемом 80 м³ заключено около 10 тыс. плавов. Приблизительное количество меди от одной плавки 0,3 кг, соответственно общий вес выплавленного металла 3 000 кг. Два других отвала имеют объем 110 и 50 м³, т. е. в два раза больше первой цифры – 6 000 кг, и общее количество выплавленной меди на участке Посельщик составит порядка 9 т меди.

Я.И. Сунчугашевым в окрестностях Темира выявлено поселение рудокопов. Оно фиксируется очагами и ямками, которые остались от столбов временных построек. Здесь отмечены обломки сопел, молотов, руд и шлаков. Керамическими материалами оно датируется VII–III вв. до н. э. (тагарское время). Однако начало горных работ на Темире относится к карасукскому времени (XII–VIII вв. до н. э.).

Рудник Улень находится в восточном отроге Кузнецкого Алатау в 35 км к западу от железнодорожной станции Сон. Памятники древнего горного дела стали известны благодаря открытию Глафиринаского медного месторождения в начале XX в. Из добытой руды в период 1911–1918 гг. было получено 3555 т меди. В ходе горных работ были найдены чудские выработки, орудия труда древних горняков (обломки молота, наковальня) и куски шлаков. На рудном поле обнаружено 18 древних выработок длиной 5–25 м и

шириной 5–10 м при глубине до 20 м. Совмещение плана расположения древних горных выработок с планом штольневых горизонтов, составленных Л.И. Шаманским, показало, что разрабатывался верхний окисленный уровень. Первичные руды Глафирина рудника представлены пиритом, пирротинном, халькопиритом, в окисленных разностях встречается самородная медь. Средние содержания меди в рудах 4,1 %. По заключению Я.И. Сунчугашева, месторождение разрабатывалось в карасукское и тагарское время.

Рудник Юлия стал объектом интенсивных разработок в первой половине XX в. В 1901 г. на нем проводило работы русско-английское акционерное общество «Енисейская медь». О начале поисков и роли штейгера Тихонова в открытии месторождения сохранились заметки К.Н. Тульчинского [1903]. За десятилетие 1908–1918 гг. было добыто около 200 тыс. т меди с содержанием меди в рудах от 1,2 до 4,6 %. Широкие поисковые работы начались в 1930-е годы, а промышленная добыча руды развернулась после войны. Рудные тела располагаются на контактах интрузий гранитоидов с известняками.

На площади рудного поля древние выработки не сохранились. Мало затронуты современными горными работами древние карьеры на «чудском участке» в 4 км к северу от Цветногорска. Они располагаются на хребте и тянутся цепочкой в виде залесенных и заплывших карьеров и воронкообразных ям на 700 м. Длина их 10–20 м при ширине 5–13 м и глубине 1–7 м. Древние горняки следовали за наклонными или вертикальными рудными телами. Судя по многочисленным находкам малахитсодержащих руд в шлаковых отвалах, добывались в основном окисленные разности.

Рудник Бутрахты расположен на междуречье Абакана и Таштыпа, возле современного Абазинского железорудного месторождения. В бутрахтинских рудах велико содержание мышьяка, кобальта и никеля, что явилось важным обстоятельством для получения мышьяковой бронзы. Химический состав богатых руд, по данным Н.Н. Шишкина, мас. %: CuO 22,6; Fe₂O₃ 18,3; As₂O₅ 23; Bi₂O₃ 3,9; Sb₂O₃ 2,4. Очень интересны высокие содержания сурьмы и висмута, что дает надежду на выявление древних изделий из металла, полученного из бутрахтинских руд. Древние выработки имели вид продолговатых оплывших карьеров длиной до 50 м при ширине 10 м. Поперек одного из карьеров пройдены три траншеи. На глубине 3–4 м были найдены каменные молоты и раздавленный скелет рудокопа, погибшего от обвала.

Древние рудники в **Туве** также исследованы и описаны неупоминимым Я.И. Сунчугашевым [1969]. Главные выработки, в которых добывались медные и медно-мышьяковые руды, установлены в трех рудных районах: Хову-Аксынском, Чиргакском, Ондумском. Чиргакские и Хову-Аксынские рудники являются основным источником мышьяковых руд и будут описаны в главе 5.

В Ондумском рудном районе, расположенном восточнее столицы Тувы Кызыла, выявлено несколько пунктов распространения древних выработок, из которых наиболее изучены Кызыл-Торгские рудники. Они приуро-

чены к вулканогенной толще кембрийского возраста. Местность в верховьях ручья Кызыл-Торг мелкосопочная, покрыта лиственничной тайгой. Рудопроявление приурочено к рудоносным метасоматитам с прожилково-вкрапленной минерализацией. Данный участок был исследован геологической партией М.А. Жукова, которая провела на них горные работы и вскрыла большинство древних разработок.

На этом участке сохранилось около 30 выемок и карьеров, 8 шлаковых отвалов и медеплавильное сооружение. Большинство выработок представляют собой округлые ямы диаметром 5–10 м и глубиной 2–4 м. Они сопровождаются отвалами высотой 1–2 м. Одна выработка имеет вид глубокого карьера длиной 20 м и шириной 10 м. Разведочным шурфом вскрыта шахта глубиной 12 м, от которой на трех горизонтах отходили короткие штреки длиной 5–7 м. В стенках выработок сохранились участки окисленных прожилково-вкрапленных руд, покрытых копотью, – свидетельством проходки выработки на пожар.

Для вскрытия и изучения шлаковых отвалов была применена металлометрическая съемка, которой установлены аномалии меди, свинца и цинка. Самый крупный отвал имеет размеры 46?56 м. В его южной части вскрыта медеплавильня в виде ямы диаметром 1,1 м и глубиной 0,8 м. Она была покрыта дерном и засыпана обломками пород, кусками медных шлаков, мелкими кусочками древесного угля. В раскопе обнаружены обломки литейных форм для изготовления ножей, тесел, украшений, а также медные капли и фрагменты сопел. Литейные формы сделаны из глины с примесью талька, источником которого являются измененные серпентиниты в зоне Каахемского разлома. Эта структура проходит в 10 км севернее участка. Обломки керамической посуды с налепными валиками характерны для позднего этапа уюкской культуры (V–III вв. до н. э.), когда здесь происходила интенсивная выплавка металла. От этого периода остались многочисленные горные выработки и отвалы шлаков.

В окрестностях Кызыл-Торгского рудопроявления известны два участка, на которых имеются древние выработки: Чыланнгийский и Медный. Рудоносные породы те же, что и на Кызыл-Торге, но морфология выработок иная: это оплывшие карьеры длиной 30–50 м и глубиной 2–3 м. Приурочены выработки к линзам барит-гематитовых пород с пропластками медных руд.

О металлургической деятельности в Ондумском районе свидетельствуют остатки горнов с железными шлаками. По данным Я.И. Сунчугашева, они сооружались в глинистом грунте, имели объем 0,12–0,24 м³, и глиняную обмазку толщиной 2–3 см. Подача воздуха осуществлялась мехами кузнечного типа и температура в процессе плавки могла превышать 1200 °С. Горны вскрыты во многих местах в районе прииска Бай-Сют в обрывах реки. Остатки их сопровождаются черными пятнами железного шлака, древесного угля и золы. В заполнении горнов найдены обломки ошлакованных сопел с диаметром дутьевого канала 4–5 см. Кроме этого, обнаружена яма диаметром 2,2 и

глубиной 0,7 м для получения древесного угля. Но железные крицы, свойственные железоделательным производствам, пока не найдены.

В меднорудных районах, расположенных в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, также известны древние рудники. В них добывались руды меди, олова, свинца, и их характеристика дана в следующей главе.

Глава 5. СОЮЗНИКИ МЕДИ

5.1. Минералы и месторождения союзников меди – мышьяка, сурьмы, никеля, олова, свинца

Союзниками меди названы элементы, использование которых в медеплавильном производстве позволяет получать бронзы с улучшенными по сравнению с медью свойствами. К таким свойствам относятся твердость, ковкость, текучесть. Даже использование 0,5 %-ного мышьяка в меди дает возможность получать плотные отливки сложных форм, что без присадок мышьяка, олова или других примесей представляется сложной задачей.

Сочетание мышьяка, олова и подобных компонентов происходит в сплавах – соединениях металлов, в которых при плавлении один металл растворяется в другом и при застывании образуются «твердые растворы». Количество мышьяка в сплавах Закавказья достигает 5–10 %, а в некоторых украшениях – 20 % [Селимханов, 1970]. Ковка в холодном состоянии резко увеличивает твердость оловянных бронз. Оптимальное содержание олова, при котором сплав можно ковать, составляет 4–10 %, поэтому оружие древних содержало именно такое количество примеси. Более высокие концентрации олова употреблялись при изготовлении украшений. Это вызывается тем, что при его содержании около 13 % предметы получали привлекательный золотистый цвет. При 16 % олова сплав приобретает красновато-золотисто-желтый цвет; белой бронза становится при 33 % олова. При окислении бронз в почве наблюдается вынос меди из поверхностной части изделий, в результате чего концентрация олова повышается до 30–40 %. По данным И.Г. Равич с соавторами [2004], в результате воздействия на изделие почвенных вод медь переходит в растворимые карбонаты и выносится из изделий, а олово полностью окисляется и существует в виде стабильного оксида SnO_2 – касситерита.

Иногда в качестве примесей используются два-три металла и получаются многокомпонентные бронзы. В различных медеплавильнях, поселениях и могильниках установлены следующие типы бронзовых сплавов: $\text{Cu} - \text{As}$; $\text{Cu} - \text{As} - \text{Sn}$; $\text{Cu} - \text{As} - \text{Ni}$; $\text{Cu} - \text{Sn}$; $\text{Cu} - \text{Sn} - \text{Pb}$. В начальном периоде исследований древнего металла разному составу бронз давали буквенные

обозначения: МП – чистая медь медистых песчаников, ТК – ташказганский металл, обогащенный мышьяком и серебром и т. д. [Черных, 1970].

Набор минералов, относящихся к союзникам меди, достаточно большой. Краткая характеристика их приведена по «Геологическому словарю» [1973] в такой последовательности: минералы мышьяка и сурьмы, никеля, олова, свинца, хрома. Мышьяковистые и свинцовые минералы относятся к арсенидам, сульфоарсенидам и сульфидам, а олова и хрома – к оксидам. В зонах окисления, разрабатывавшихся древними горняками, в рудах преобладают карбонаты меди в смеси с арсенатами – аннабергитом, эритрином.

Арсенопирит $FeAsS$ наиболее распространенный мышьяковый минерал. Он наблюдается и в виде кристаллов, и в виде зернистых масс серебристо-белого и стально-серого цвета. С ним сходен минерал леллингит $FeAsS_2$. При ударе они издают чесночный запах.

Аурипигмент AsS золотистого цвета с совершенной спайностью, образует пластничатые агрегаты. Он встречается совместно с оранжевым реальгаром AsS_2 . Эти минералы при ударе также имеют чесночный запах.

Антимонит Sb_2S_3 наблюдается в виде радиально-лучистых, волокнистых агрегатов и призматических кристаллов серого цвета, часто с синей побежалостью.

Никелин $NiAs$ образует зернистые и почковидные массы тускло-розового цвета.

Герсдорфит $NiAsS$ выделяется в виде кубических кристаллов, реже – зернистых и пластничатых масс. Цвет серебристо-белый.

Скуттерудит $CoAs_3$ и *хлоантит* $(NiCo)As_3$ образуют кристаллы и зернистые массы, имеющие белый и стально-серый цвет.

Эритрин $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ и *аннабергит* $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ образуются в зонах окисления арсенидных и сульфоарсенидных месторождений. Облик их различен: первый фиолетовый и сиреневый, второй – зеленого и яблочно-зеленого цвета.

Блеклые руды образуют плотные и зернистые массы, а также вкрапленность серого и железо-черного цвета. Они представлены изоморфным рядом *теннантит* $(Cu_{12}As_4S_{13})$ – *тетраэдрит* $(Cu_{12}Sb_4S_{13})$, крайние члены которого отличаются содержанием мышьяка и сурьмы.

Станнин Cu_2FeSnS_4 образует зернистые массы и вкрапленность оливково-серого цвета. Типичный минерал оловянных руд.

Касситерит SnO_2 , оксид олова, образует кристаллы размером до нескольких сантиметров, натечные и радиально-лучистые агрегаты. Цвет от бурого до черного. Он является главным минералом оловянных руд.

Галенит PbS , важный минерал свинца, на свежих сколах узнается по яркому металлическому блеску, но в рудах он находится в сростках с другими сульфидами.

Хромит $FeCrMgO_4$ не является одним из основных компонентов бронз, но с ним нужно познакомиться. Дело в том, что он содержится в глубинных

ультраосновных породах, дающих арсенидные и никелевые руды. Облик кристаллов сходен с касситеритом и его, видимо, пытались использовать в качестве источника желанных свойств сплавов. Такое наблюдение сделано на примере уральских пород, когда хромит обнаруживался в шлаках обширной территории, несравнимо большей, чем выходы мышьяковистых руд в зонах глубинных ультраосновных пород.

Мышьяковые и сурьмяные руды добывались в месторождениях с арсенидными минералами. Они известны в древних горнорудных центрах Западной Европы, Кавказа, Урала, Тувы. Рудные тела представлены разнообразными жилами, приуроченными к разрывным нарушениям. Наиболее известны месторождения Рудных гор, разрабатывавшиеся в средние века близ границы нынешних Германии и Чехии. Центром рудного района был Фрайберг, где трудился знаменитый специалист в области горного дела и металлургии Агрикола. Уральские месторождения мышьяксодержащих медных руд установлены на нескольких рудных полях. В первую очередь, это месторождения, связанные с гипербазитами в зоне Главного Уральского разлома, описанные в главе 4. В рудах этих объектов присутствуют арсенопирит, кобальтин, герсдорфит. В Сибири наиболее известными древними рудниками, где добывали мышьяковые руды, являются месторождения Тувы – Хову-Аксынское и Чиргакское.

Никелевые руды также связаны с мышьяксодержащими жилами и с массивами ультраосновных пород в глубинных разломах. В предметах, найденных в Месопотамии в ранних погребениях Ура (3000 лет до н. э.), установлено присутствие никеля в количестве 1–2 %. Из близлежащих мест ошутимые примеси никеля обнаружены в Омани. Использованная руда залегала в виде маломощной жилы, в которой содержание никеля было 0,2 %, а меди – около 1 %. На медных рудниках в Сингбхуме (Индия), возле которых обнаружены скопления шлаков, руды содержат порядка 3–4 % никеля. Многочисленные анализы металлических предметов на Кавказе показали присутствие никелистых бронз. В металле топоров, мотыг, кинжалов, найденных в больших курганах Прикубанья, никель также является довольно частой примесью.

Оловянные руды добывались на территории Великобритании, Испании, Казахстана, Забайкалья. Как правило, оловоносны гранитоидные интрузии и руды приурочены к сопутствующим кварцевым и пегматитовым жилам. Наиболее определено места древних разработок олова установлены в Корнуолле (Великобритания) и Восточном Казахстане, в Калбинском и Нарымском хребтах. Распределены месторождения в рудных районах группами по несколько объектов, а иногда и десятками.

В странах Востока начало использования олова относится к III тысячелетию до н. э. Таким возрастом характеризуются изделия из оловянной бронзы в Египте, Ираке, Турции, Иране, Индии. Первое знакомство человека с оловом отмечено на острове Лесбос (Турция), где найдено оловянное кольцо в отложениях возраста 2400–2300 лет до н. э. [Селимханов, 1970]. В Европе

первая бронза с примесью олова появляется во II тысячелетии до н. э. В Закавказье самые ранние оловянные предметы найдены в памятниках II тысячелетия до н. э., но в них установлена примесь свинца до 5,5 %. Еще в XIX в. было высказано предположение, что оловянистую бронзу впервые открыли в тех областях, где находятся смешанные медно-оловянные месторождения. А именно такие рудники находятся в Корнуолле и Испании.

Свинцовые руды встречаются в нескольких геологических обстановках. Для древности наиболее значимыми были гигантские залежи галенитовых руд в карбонатных отложениях рудного поля Лаврион в Греции. Широко развитые свинецсодержащие жилы разрабатывались на территории Болгарии и Испании, в Альпах, а также на Урале, в Хакасии и Забайкалье. На колчеданно-полиметаллических месторождениях Алтая свинец добывался из зон окисления. Предполагается, что на Дальнем Востоке в древности разрабатывались свинцовые руды из скарнов Дальнегорского месторождения, носившего ранее название Тетюхе.

5.2. Добыча руд мышьяка, сурьмы, никеля

В Анатолии источником мышьяковистых руд были рудники в Понтидах. На руднике *Козлу* в 15 км от известного памятника середины III тысячелетия до н. э. Хорозтепе, по данным Д. Гиллса и Е. Куйперса, установлены обширные подземные выработки и отвалы, временные поселки горняков и металлургов. Выявлены следы плавления руды, в частности слиток меди диаметром 40 см. Древние горные выработки достигают 300 м в длину и около 45 м в ширину. Обнаруженные деревянные крепежные конструкции позволили предварительно датировать выработки радиоуглеродным методом: их возраст оказался 2800 лет до н. э. Разработки вблизи памятника Икизтепе, располагались на рудных выходах в горном массиве Тавшан-Даг. Руды содержали арсенопирит, чем вызван мышьяковый характер металлического инвентаря.

В центральной части Анатолии, вблизи поселения Бейджесултан, существовавшем на протяжении всего бронзового века, имеется рудник *Кизилджа* со следами разработок. В рудах содержится арсенопирит, чем обусловлена принадлежность выплавленного металла к мышьяковистой бронзе. Состав металла и шлаков из этого рудника и окружающих поселений в большинстве случаев соответствует мышьяковистой бронзе. Однако металл Трои в эти же времена характеризуется разнообразным составом, в том числе бронзой с примесью олова. По заключению Е. Перницки, прибрежный город Троя, бывший центром морской торговли, использовал руду из многих источников.

Анализ анатолийского металла, приведенный в работе Л.И. Авиловой [2008], свидетельствует о частом присутствии мышьяка в сплавах, полученных после энеолита. Он зафиксирован в 50 % проанализированных металлических изделий, датированных ранним бронзовым веком. Широко бытуют

мышьяковые бронзы с высокой концентрацией никеля. В среднем бронзовом веке появляются изделия из оловянной бронзы, включая тройные сплавы медь – олово – мышьяк. Подобная ситуация с доминированием медно-мышьяковых сплавов отмечается в Месопотамии и Иране от медного века до среднего бронзового века. Во многих предметах этих регионов установлено повышенное количество никеля (0,3–2 %).

Источник руд, которыми обусловлено высокое содержание никеля и сурьмы в изделиях из памятников Ближнего Востока, давно интригует археологов. В одной из пещер Иудейской пустыни найден богатый клад медных и бронзовых булав, тесел и ритуальных предметов. Состав почти половины из них показывает высокое содержание сурьмы – от 1 до 25 %; концентрация мышьяка находится в пределах 1–15 %. Изделия аналогичного состава найдены в Арслантепе, Восточная Анатолия, в районе древнего рудника Эргани Маден. Вторым возможным районом добычи сырья, по мнению М. Тадмора, может быть Северо-Западный Иран. Здесь известен тип руд с примесью никеля и мышьяка на месторождениях *Талмесси* и *Мескани* в районе Анарака (см. рис. 4.14).

Рудники Кавказа считаются источником сырья для мышьяковистой бронзы, изделия из которой обнаружены во многих курганах и поселениях обширной территории от Армении до Прикубанья [Селимханов, 1970]. В Азербайджане очень известное месторождение мышьяковых руд имеется в Даридаге, где обнаружены места древней разработки реальгара и аурипигмента. Богатые месторождения мышьяковых руд имеются в Грузии и Армении. Поэтому можно говорить о Кавказе как о центре распространения в древности познаний о медно-мышьяковой металлургии. У археологов даже существует выражение «кавказский металл». Но об этом можно говорить в том смысле, что с Кавказа мышьяковая бронза распространилась в III–II тысячелетиях до н. э. по всему югу Восточной Европы. На это указывают сходство химического состава кавказских и степных бронз, а также форм изделий.

В металлургическом производстве Армянского нагорья на протяжении всей куро-аракской культуры основным легирующим компонентом являлся мышьяк. Лишь в самом конце этого периода (конец III тысячелетия до н. э.) здесь спорадически появляются предметы, в легировании которых использовано олово. В состав искусственного сплава оно вводится либо в одиночку – получается оловянистая бронза, либо совместно с мышьяком для получения мышьяково-оловянистых сплавов. Во II тысячелетии до н. э. в среднебронзовую эпоху меняется химическая характеристика металла – на первое место выступают высоконикелистые группы. Это характерно для металлургических очагов Армении, Грузии и Анатолии. В Армении следы древней горнорудной деятельности зафиксированы на антимонит-реальгаровом месторождении Амасия, приуроченном к листовенитам. Руды представлены короткими жилами антимонита, которому сопутствуют реальгар и аннабергит. Руды с высоким содержанием сурьмы известны на грузинских рудниках Горной Рачи

[Бергер, 1978]. Антимонитовые месторождения залегают в интенсивно смятых сланцах и палеозойских гранитоидах. Серия кварц-халцедон-антимонитовых жил месторождения Зопхито развита на участке площадью 4 км². На Северном Кавказе до первой половины II тысячелетия до н. э. господствовала мышьяковистая бронза и лишь в редких случаях найдены сплавы с двойной лигатурой, в составе которой присутствует свинец до 10 %.

Предметы из мышьяковистой бронзы бытовали на Кавказе с V–IV тысячелетий до н. э. и вплоть до середины II тысячелетия до н. э. В памятниках, хронологически относящихся к более позднему времени, их уже мало. Мышьяковистая бронза, занявшая прочное место в материальной культуре человечества, уступила место другим сплавам. Но почему исчезает мышьяковистая бронза, которая по многим физико-механическим свойствам не уступает медно-оловянным сплавам? Ведь и месторождений мышьяковых руд значительно больше, чем оловянных. Есть мнение, что ядовитые пары мышьяковых соединений при плавке минералов и руд вызывали отравление плавильщиков. Может быть, поэтому древние металлурги начали искать другое безопасное сырье, использование которого делало медные сплавы не хуже, чем медно-мышьяковые. Другую точку зрения высказали И.Г. Равич и Н.В. Рындина [1984]. Они предполагают, что улетучивание мышьяка в металлургическом процессе не позволяло контролировать его содержание в металле и привело к замене мышьяковых бронз на оловянные.

В **Донбассе** имеются рудные проявления, которые могли давать мышьяковую и сурьмяную лигатуру для производства бронз. На расстоянии 15–30 км к югу от Бахмутских месторождений медистых песчаников в 1879 г. было открыто **Никитовское** месторождение ртути, которое содержит мышьяково-сурьмянистые руды. Они выявлены по отвалам древних разработок, в которых были обнаружены орудия труда древних горняков – рога, служившие кайлами, и каменные молотки. Работы проводились как открытым, так и подземным способом, горные выработки имели овальное сечение. Из первичных сульфидов, кроме киновари, пирита и других, отмечены антимонит (Sb₂S₃) и арсенипирит (FeAsS).

Значительные скопления мышьяковых минералов имеются в Нагольном кряже на востоке Донбасса. Они сосредоточены в свинцово-цинковых месторождениях, которые также были открыты по древним выработкам и разрабатывались в конце XIX в. Имеются отрывочные сведения луганского археолога И.А. Пислария о следах горных работ на рудниках Нагольного Кряжа. Возможно, на поздней фазе развития Донецкого горно-металлургического центра древние горняки освоили и начали добывать мышьяксодержащие руды и этим объясняется появление изделий из мышьяковой бронзы.

Урал. Месторождения мышьяксодержащих медных руд установлены на нескольких рудных полях. В первую очередь это месторождения, связанные с гипербазитами в зоне Главного Уральского разлома: **Ишкининское**, **Ивановское**, **Дергамышское**, которые описаны в главе 4. В рудах этих объек-

тов присутствуют арсенопирит, кобальтин, герсдорфит и разнообразные арсенаты в смеси с малахитом и азуритом. Мышьяксодержащие минералы образуют жилы и вкрапленность в сульфидных кобальт-медно-колчеданных рудах. Мощность жил – несколько сантиметров; вкрапленность составляет 3–5 %.

Вторым источником мышьяковых руд являются месторождения, приуроченные к вулканогенным толщам карбонового возраста, – *Никольское и Таш-Казган*, открытые по чудским выработкам. Особенности добывавшихся руд были высокие содержания серебра и мышьяка. Это послужило основанием для выделения Е.Н. Черных особого таш-казганского (ТК) типа медных руд, разрабатывавшихся в древности на территории Южного Урала. Авторы неоднократно демонстрировали древние и старинные выработки студентам Южно-Уральского государственного университета при проведении геологической практики.

В настоящее время месторождения полностью отработаны и представляют собой серию карьеров глубиной до 30 м при протяженности 50–100 м. Возле выработок сосредоточены отвалы березитизированных пород и жильного кварца с сульфидной минерализацией. Месторождение связано с дайками гранитоидов и представлено сульфидно-кварцевыми жилами. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до 1 м, протяженность по простиранию – первые десятки метров. В первичных рудах зафиксированы халькозин, ковеллин, борнит, теннантит, халькопирит, пирит. В ковеллине содержание серебра достигает 5 %, а теннантит содержит мышьяк в количестве 16–17 %.

Тува. Основными районами, в которых добывали мышьяксодержащие руды, являются Хову-Аксынский и Чиргакский. Два автора пособия – В.В. Зайков и Е.В. Зайкова – работали в последнем при проведении геологической съемки и поисков. Живое впечатление от древних разработок осталось до сих пор.

Рудное поле *Хову-Аксы* приурочено к крупному разлому северо-восточной ориентировки, ограничивающему Тувинский прогиб с силурийскими, девонскими и карбоновыми отложениями. По силурийским терригенно-карбонатным породам развиты скарны, на которые наложены арсенидные жилы. Мощность их от первых до нескольких метров, протяженность десятки – сотни метров. Наиболее крупные представлены телами мощностью 4–12 м, вмещающими рудные столбы богатых арсенидных руд. Минеральный состав определяется сочетанием арсенидов кобальта, никеля и железа. В зоне окисления арсенидных руд развиты карбонаты и оксиды меди, арсенаты кобальта, представленные яркими фиолетовыми кристаллами эритрина.

Древние выработки сохранились в виде заплывших карьеров, продолговатых ям, штолен, общее количество которых на трех участках (Южном, Промежуточном и Бошдагском) достигает 300 [Сунчугашев, 1969]. По способу добычи они подразделяются на открытые – типа карьеров, и подземные – типа штолен, которые имеют сечение 0.5–2 м² и несколько метров в длину.

Максимальные содержания меди в рудах, вскрытых разными штольнями, находятся в пределах 4–7 %, мышьяка 1–2 %. На Южном участке в одной из штолен, вскрытой разведочной шахтой, вблизи забоя обнаружен скелет рудопрохода. В древних рудниках Хову-Аксы найдены различные орудия труда. Среди них 7 молотов массой 4–7 кг, изготовленных из крупных галек; 34 кирпичи, сделанные из отростков маральных рогов, песты, рудотерки и ступы.

К западу от месторождения, в зоне древних выработок, выявлен шлаковый отвал размером в плане 6?7 м. Шлаки имеют состав (мас. %): Cu 2; Co 0,07; Ni 0,03; Fe 30; Bi 0,02; As 0,01. В отвале оказались обломки глиняных литейных форм, тиглей, сопел, сплески меди, обломки руды и бытовой посуды.

Гораздо более значительные шлаковые отвалы сохранились в долине р. Он-Кажаа в 20 км к северо-северо-востоку от пос. Хову-Аксы. Они представлены четырьмя площадками, располагающимися на высокой надпойменной террасе и имеющими диаметр по 10–20 м. На современной поверхности до раскопок Я.И. Сунчугашева отвалы были слабо заметны, поэтому для уточнения ситуации проведена металлометрическая съемка по пробам из почвы. Этими работами оконтурено поле шлаковых отвалов. При вскрытии в них обнаружены обломки глиняных сопел, литейных форм для отливки пластинчатых ножей, сплески меди, обломки медной руды, кусочки бронзового котла и мелкие кости крупного и мелкого рогатого скота. Наша задача заключалась в отборе проб на анализы из всех разновидностей шлаков. Химический состав отобранного образца шлаков (мас. %): Cu 1,8; Co 0,04; Ni 0,03; Bi 0,04; As 0,12; Fe 36. Для отливки котла использована мышьяковая бронза с содержанием As 1,6–10 %. Примерно такие же концентрации характеризуют медные слитки и орудия труда (кельты). Кроме того, в них установлены и повышенные содержания никеля, что говорит об использовании арсенидных руд.

При вскрытии отвалов обнаружены медеплавильные горны. Наиболее сохранившийся из них вложен в грушевидную яму размером 2,1?1,6 и глубиной 0,6 м. В ней сложена печь с тремя стенками из каменных плиток и сверху она закрыта плитой размером 0,8?0,5 м и толщиной 6–8 см. В камере топки оказался слой древесного угля, в котором находились оплавленные куски медных шлаков. На глине сохранился отпечаток плавильного тигля диаметром 26 см и глубиной 10 см. К горну со стороны примыкающей ямы был подведен воздуходувный мех.

По найденной керамике (обломки венчиков и боковины глиняных сосудов) Я.И. Сунчугашев предполагает, что керамический инвентарь шлаковых отвалов относится к концу эпохи бронзы или раннему этапу уюкской культуры Тувы (VII–VI вв. до н. э.).

По подсчетам геолога Е.П. Захарова, из сохранившихся древних горных выработок Хову-Аксынского рудного поля было добыто около 90 тыс. т руды. Если принять содержание меди в рудах 5 %, а мышьяка 1 %, из этой руды могло быть выплавлено порядка 450 т мышьяковой бронзы.

На Чиргакском рудном поле выявлено три месторождения, из которых наиболее значительное Акчатское находится на правом берегу р. Чиргаки. Здесь насчитывается около 20 выработок, причем одна из них является прерывистым карьером длиной 100 м, шириной 20 м и глубиной 5–10 м. Судя по составу отвала, она вскрывала карбонатные жилы с вкрапленностью малахита, азурита, реликтов халькопирита и блеклых руд. С последними связана вкрапленность и гнезда арсенопирита, кобальтина, герсдорфита, скутерудита.

В юго-западной Туве имеется еще несколько рудных полей, в которых установлена арсенидная минерализация. Эти объекты находятся вблизи пазырыкских могильников Алтая и до сих пор слабо опоискованы в археологическом отношении.

5.3. Добыча руд олова

Появление в составе бронз олова знаменует новую стадию металлургического производства и, соответственно, разработку новых рудников. Олово практически не встречается в металлической форме, оно известно в виде оксидов (касситерит) и реже – сульфидов (станнин). Эти минералы присутствуют не только в коренных месторождениях, но и в россыпных. Такие россыпи могли быть открыты при добыче золота.

В среднем бронзовом веке практически по всей Европе и Западной Азии оловянные бронзы являются ведущим металлом. Ясно, что в этот период функционировала хорошо налаженная система доставки олова. На Ближнем Востоке наиболее вероятен импорт металла в Месопотамию и Иран с территории Афганистана и Средней Азии [Авилова, 2008]. Недавно появилась информация о месторождениях оловянных руд со следами древних разработок в районе Бухары и Ферганы. Они располагаются в долине Зеравшана близ рудников Карнаб, Лапас, Чангалли, Мушистон. По керамике и радиоуглеродному датированию период эксплуатации месторождений относят ко времени от среднего бронзового века до эпохи раннего железа. Вблизи рудников располагались поселения горняков и металлургов андроновской и более поздних культур.

На западе Ойкумены в поставке олова велика была роль Британского Корнуолла. Вклад месторождений Пиренеев и Центральной Европы, Анатолии значительно уступал мощному потоку олова из Касситерид – так назывались рудники в Англии. Их открытие связывается с экспедициями финикийцев в середине II тысячелетия до н. э. Сохранились сведения, что маршруты с оловом или оловянными концентратами, добывавшимися в древности, проходили не только морским путем, но и по территории Франции и растекались по Средиземноморью.

Название *Корнуолл* для геологов и археологов равнозначно «кладовой олова». Оловосодержащие минералы начали добывать из аллювиальных россыпей, что позволяло получить минерал в чистом виде. В небольшом объеме

разрабатывались прибрежные жилы; проходка штолен началась в римское время. В кратковременные периоды максимальной добычи олова в Средневековье на долю Корнуолла приходилась половина мирового производства этого сырья. В то время эксплуатировалось около 180 рудников на нескольких рудных полях (рис. 5.1, 5.2). Сейчас добыча олова угасла и рудники являются объектами для любознательных экскурсантов и туристов.

Рудный район Корнуолл расположен на одноименном полуострове и вытянут в северо-восточном направлении на 150 км при ширине 10–30 км. Значительная часть месторождений олова приурочена к кровле и обрамлению гранитных массивов, прорывающих девонские и каменноугольные отложения. Выделяются трещинные жилы в грейзенах, штокверковые зоны, трубообразные тела.

Район Корнуолла стал основой для разработки металлогенической концепции В. Эммонса [Emmons, 1927] о зональности оруденения возле материнских гранитоидных массивов. Эти представления явились для своего времени выдающимся обобщением рудной геологии, на котором воспитывалось не одно поколение геологов [Рундквист, 1980; Щеглов, 1992]. Однако, как это часто бывает, на смену классическим идеям приходят новые разработки, показавшие сложность металлогенических процессов и их интерпретаций. В последние годы в рудном районе выделяется три главные группы месторождений, различающихся по возрасту, составу и структурным особенностям.

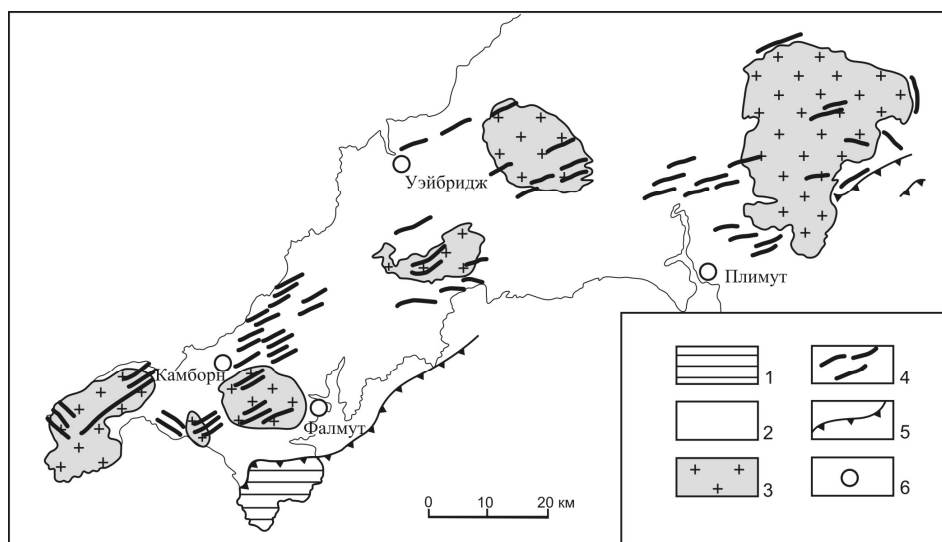


Рис. 5.1. Схема геологического строения полуострова Корнуолл [Embrey, Symes, 1987].

1 – офиолиты (PZ); 2 – осадочные и вулканогенные породы (D–C); 3 – граниты (C); 4 – основные оловосодержащие жилы; 5 – зона надвига; 6 – населенные пункты

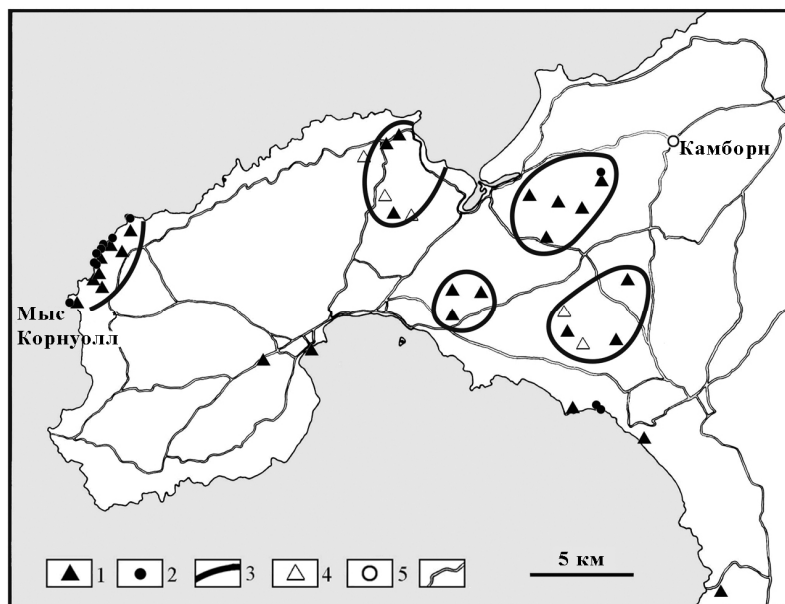


Рис. 5.2. Схема размещения горнодобывающих предприятий в западной части полуострова Корнуолл [Embrey, Symes, 1987].

1 – рудники и карьеры; 2 – пункты оловянной минерализации; 3 – контуры рудных полей; 4 – холмы и вершины; 5 – дороги

Первая – оловоносные грейзены и кварцевые жилы с касситеритом; вторая – касситерит-халькопиритовые жилы; третья – кварц-хлорит-касситерит-флюоритовые жилы.

Основным источником олова являются жилы, в которых содержание касситерита находилось в пределах 1–4,5 %, а среднее содержание олова в добывавшихся рудах 1 %. Мощность наиболее крупных жил составляла 1,3–4,5 м, протяженность 11 км. Большинство рудных жил имеют сложно-полосчатое или ветвистое строение, свидетельствующее о неоднократном приоткрывании трещин. Ранние кварц-касситерит-вольфрамитовые жилы выполнены в центральных частях кварцем, хлоритом и халькопиритом, самые поздние – массивным флюоритом. Характерная особенность оловянных месторождений – содержание в рудах наряду с медью, вольфрамом, висмутом, цинком, молибденом и урана.

О масштабе средневековых разработок свидетельствуют сведения о добыче порядка 1 млн т оловянной руды в районе Малбери, а всего из 180 рудников было добыто 3 млн т [Гришин, 1980]. Из этой руды могло быть выплавлено около 30 тыс. т олова, из которых на древность можно отнести 1500 т.

В Калбинском и Нарымском хребтах Восточного Казахстана древние выработки были обнаружены М.Э. Янишевским и Н.Н. Павловым в начале XX в. Эти разработки сначала приняли за золотые рудники, так как в них не было обнаружено медных минералов. Принадлежность их к оловянным впервые установили В.С. Трофимов и А.В. Безлюдный, которыми были найдены несколько участков с остатками оловосодержащих жил. Целенаправленные исследования этих выработок выполнены С.С.Черниковым в ходе экспедиции Института истории материальной культуры АН СССР, проведенной в летние сезоны 1935 и 1937 гг. в Калбинском и Нарымском хребтах. Программа работ была обширна и включала учет и описание древних выработок, исследование орудий труда и технологии их изготовления, определение времени разработок. Финалом явилось составление археологической карты района для выяснения связи древних выработок с другими историческими памятниками. В 1939–1940 гг. проведены экспедиции Семипалатинского областного музея, которыми была уточнена технология проходок и эксплуатации горных выработок.

Работы С.С. Черникова охватили полосу длиной около 450 км и шириной 50–100 км по обоим берегам р. Иртыша (рис. 5.3). Западной точкой было устье р. Кызыл-Су в 100 км ниже Усть-Каменогорска, а восточной – р. Кальд-жир, за оз. Зайсан. Экспедиция зафиксировала 16 древних рудников, в том числе 11 оловянных, 3 золотых и 2 медных. С большим риском удалось обследовать доступные подземные выработки и провести их расчистку.

По результатам экспедиции издана монография «Древняя металлургия и горное дело Западного Алтая» [Черников, 1949], и можно только гадать, какие события новой истории стали причиной десятилетней задержки публикации. В книге приведен 31 анализ оловосодержащих бронз и сделаны заключения о металлургической технологии древности. Что очень важно, в приложениях к монографии дано описание руд и горных пород из различных артефактов, выполненное сотрудниками Института огнеупоров М.В. Евсеевым, В.А.Александровским и специалистом Ленинградского горного института Ц.Г. Златкинд. Кроме этого, приводится комплексное описание остатков древесины, угля и костных остатков, определения сделаны сотрудниками Ботанического и Зоологического институтов АН СССР.

Оловянные месторождения приурочены к Калба-Нарымской зоне, прослеженной на территории Казахстана на 500 км и имеющей ширину 20–50 км. На данной территории развиты осадочные отложения девона, прорванные гранитными интрузиями. Эти породы вмещают многочисленные месторождения олова, вольфрама, тантала. Месторождения, разрабатывавшиеся в древности, связаны с касситеритсодержащими кварцевыми и пегматитовыми жилами. Они залегают среди гранитов, а также на контакте гранитных даек с вмещающими сланцами. Эта ситуация типична для многих оловоносных районов. Касситерит обнаружен в контактах жил и представлен мелкими кристаллами и их скоплениями.

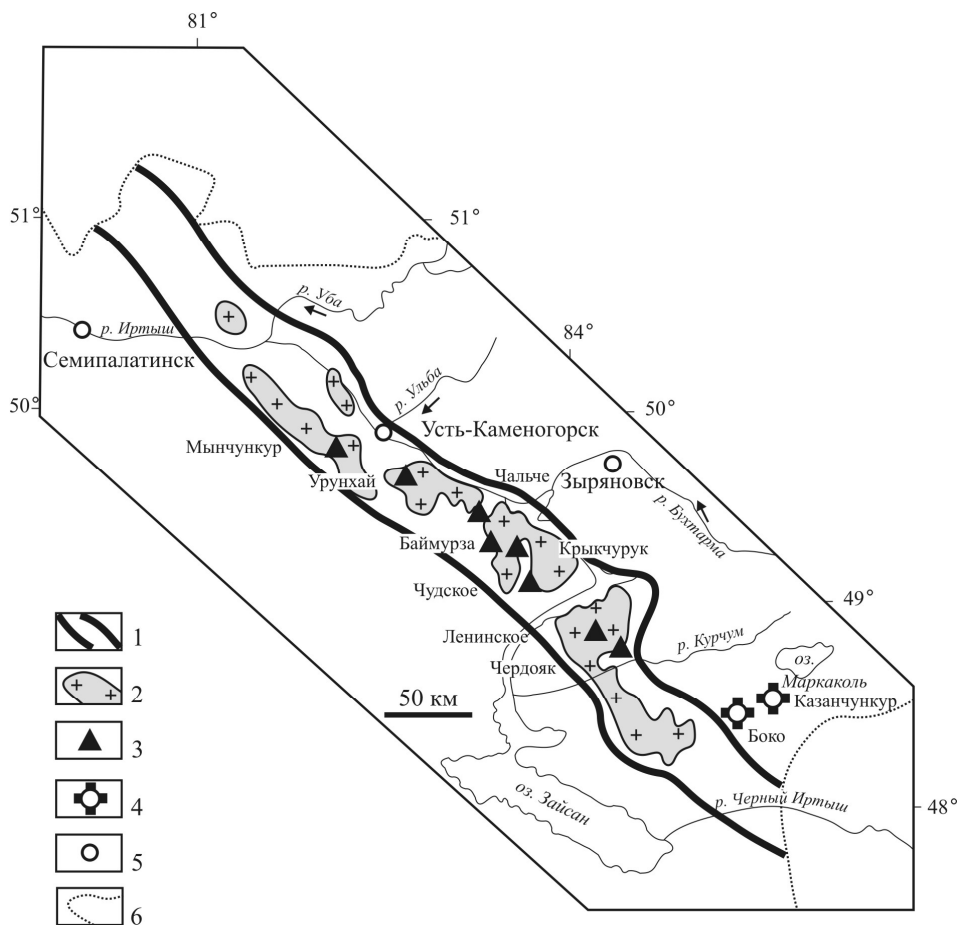


Рис. 5.3. Схема геологического строения Калба-Нарымской редкометальной зоны [Берденов, 2006].

1 – границы зоны; 2 – контуры интрузий редкометальных гранитов; 3 – 4 древние рудники: 3 – оловянные, 4 – золоторудные; 5 – населенные пункты; 6 – государственные границы Казахстана

Большинство выработок линейные и пройдены по вертикальным жилам с помощью огневой проходки (пожога). Они обычно начинались открытым карьером, а затем переходили в подземные разработки. Длина карьеров 100–200 м, ширина 8–15 м, глубина дудок до 28 м (Урунхай, Убинское, Мынчункур, Чальче, Баймурза). В выработках оставлялись перемычки из нетронутой породы, которые делили выработку на ряд отсеков. Они служили «целиками», препятствуя завалу вертикальных стенок. По мере углубления в наиболее обогащенных участках образовались неправильные и очень узкие ходы, повторяющие форму жилы и имеющие в бортах контактовую поверхность

вмещающей породы. Часть выработок, пройденных по полого залегающим кварцевым и кварц-пегматитовым жилам, имеют сложную морфологию. Они представлены уклонами, штольнями и штреками протяженностью до 60–70 м. Длинные выработки имели два выхода на разных уровнях, чем достигалась хорошая вентиляция и создание необходимой тяги при пожогне (рудники Карагоин, Крыкчурук). В кровле некоторых штолен делались окна для освещения выработки. Целики, предохранявшие от проседания кровли, оставлялись при проходке глубоких штолен и имели колоннообразную форму, например на руднике Крыкчурук (рис. 5.4).

При разработке серии мелких жил проходились обширные карьеры или группа сближенных выработок (Чердояк). Весь склон разрабатывался задиркой, причем работы велись снизу вверх, и выработанной породой заваливали уже пройденные участки. У пос. Ленинского выработки в виде очень большого количества заплывших ям и разрезов находятся на гранитных холмах в

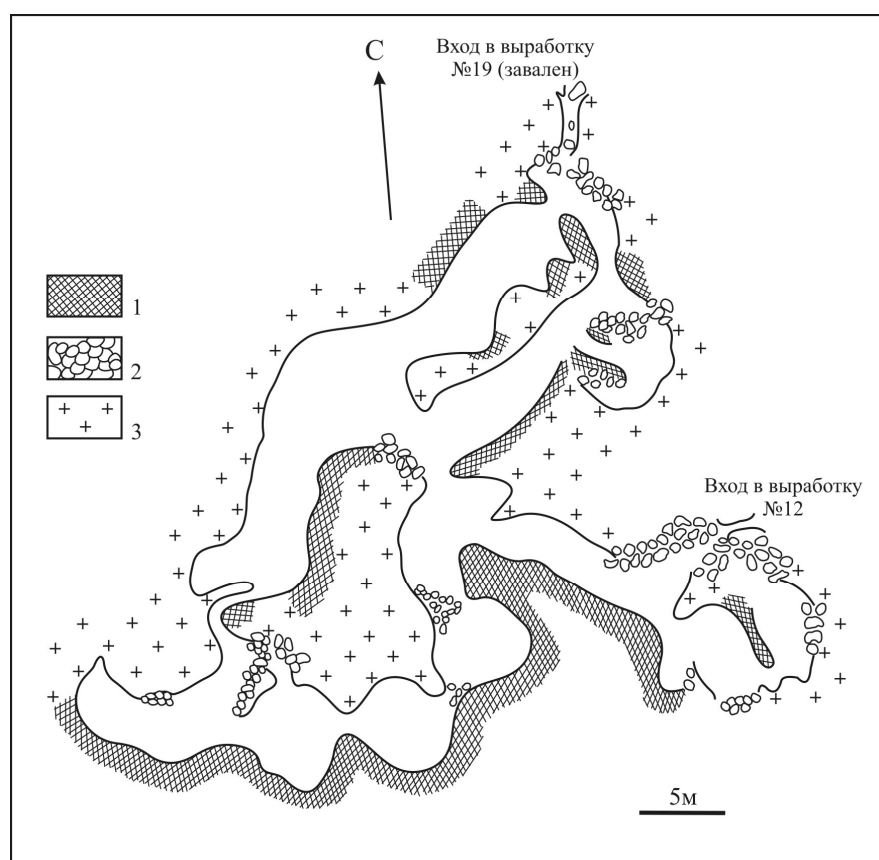


Рис. 5.4. План древней штольни на руднике Крыкчурук [Черников, 1949].
1 – касситерит-кварцевые жилы; 2 – глыбовые завалы; 3 – граниты



Рис. 5.5. Группа древних выработок в районе поселка Ленинского [Черников, 1949]

300 м от ключа Саясу. Они представляли собой неглубокие уклоны и разрезы глубиной до 8 м. Пройдены они, судя по прилагаемой схеме (рис. 5.5), по серии из нескольких десятков сближенных жил. В выработках найдено много каменных кайл, причем изделия большого размера найдены вблизи крупных жил.

В результате работ Семипалатинского музея выявлены участки речных долин, где найдены бронзовые и каменные горнопроходческие орудия. В россыпи Кадырбай найдены бронзовый нож и медная серьга, на р. Таинты – серп в отвалах ямных разработок, у рудника Мынчункур – обломки керамики типа карасукской и андроновской эпох. Примечательна засыпка горных выработок с применением каменной выкладки у входов в штольни.

После С.С. Черникова археологические работы были возобновлены спустя 60–70 лет, когда на рудных полях полным ходом шла добыча олова и редких металлов. Археологические памятники оказались нарушенными или перекрыты отвалами. Тем не менее получены сведения о 55 древних рудниках длиной до 150 м, в которых собрано 400 каменных орудий труда древних

рудокопов [Берденов, 2008]. Две траншеи дошли до коренных пород на глубине 4–5 м. Из находок встречены только каменные молотки и бронзовый слиток. На участке Аскаралы II изучен незначительный по внешнему контуру карьер длиной 30 м и шириной 1–2 м, пройденный по вертикальной кварц-турмалиновой жиле. На глубине обнаружены дудки эллиптического сечения, одна из которых расчищена до 9 м, но забой не был достигнут. Выработка оказалась засыпанной щебнем, в котором обнаружены обломки керамики с геометрическим орнаментом федоровского облика. У подножья горной гряды были раскопаны поселение и могильники горняков, в которых обнаружены горные орудия (молотки) и керамика, аналогичная найденной в выработках. Для древнего рудника Калаи-Топкан получена радиоуглеродная датировка древесного угля, взятого из штольни 1462–1210 гг. до н. э., что соответствует позднему бронзовому веку. В работе С.А. Берденова [2008] упоминается также о 30 касситеритовых россыпях, обнаруженных за время последних разработок.

Состав металлических изделий в районе древних разработок приведен С.С. Черниковым. Он показал, что на Западном Алтае подавляющее большинство исследованных орудий имеет содержание олова 3–6 %, т. е. относится к оловянистой бронзе. Оценка количества добытого олова дана Г.Н. Щербой, крупнейшим казахстанским геологом. Он считает, что из недр Калбинского хребта было извлечено около 400 т олова, что при содержании в изделиях 5 % Sn позволило выплавить примерно 8000 т бронзы.

Аналитические данные, касающиеся состава руд, шлаков и металла Центрального Казахстана, получены также Э.Ф. Кузнецовой и С.Ш. Мудиной [1994]. Большинство металлических изделий бронзового века изготовлено из оловянистой бронзы, лишь единичные предметы сделаны из мышьяковой бронзы (поселение Саргары, могильник Белкильдак), для которых предполагается импортное происхождение. Состав металла очень разнообразен, в нем при медной основе установлены комбинации Sn; Sn + As; As; Sn + Pb; Sn + Sb; Sn + Pb + As; Sn + Ag. Следует полагать, что это свидетельствует о расширении горно-добывающей деятельности и вовлечении в разработку новых рудников. Удивительно, но при обогащенности руд и шлаков цинком сплавы практически его не содержат.

Считается, что основным источником оловянных руд являются местные месторождения. В 1939 г. Е.А. Флеровым установлены промышленные россыпи в бассейне р. Атасу вблизи древних рудников. За прошедшие годы в Центральном Казахстане открыто около 60 оловянных проявлений, из которых наиболее крупное месторождение Южное Атасу, и более 20 россыпей. И хотя роль олова в общей металлогении региона второстепенна, местные ресурсы этого металла сыграли определенную роль для нужд древнего металлургического производства. Одна важная геохимическая деталь: в двух образцах из поселения Атасу зафиксирована примесь очень редкого металла – индия, и он же установлен в касситеритах местных месторождений.

Хакасия. Анализ металлических изделий, обнаруженных на археологических памятниках Хакасии, показывает, что древними горняками использовались оловянные и мышьяковые руды. Выделено пять типов использованного металла: медь, мышьяковистая медь, мышьяково-оловянистая медь, оловянистая медь и бронза с примесью свинца. Изделия андроновской культуры сделаны на 50 % из меди и мышьяковистой меди и на 50 % – из оловянистой бронзы. Почти такое же соотношение медных и бронзовых изделий в карасукской культуре, и лишь в тагарской на первое место выходит оловянная бронза. В режущих бронзовых предметах (ножи, кинжалы) присутствует примесь свинца. Относительно источника мышьяка проблем нет: он мог быть получен из руд Хараджувского и Хову-Аксынского месторождений. Определенное значение мог иметь Владимировский рудник на Алтае с арсенидными рудами. Руды этого месторождения содержат арсениды и вблизи него установлены следы горно-рудной деятельности. Свинец мог быть получен из многочисленных галенит-баритовых и кварц-галенитовых жил, развитых в регионе. Одна из них находится на горе Свинцовой возле Юлинского месторождения.

Тува. Материалы, полученные при геологических исследованиях юго-западной Тувы показали реальную оловоносность региона. Геологам удалось выявить Балыктыгское рудопроявление олова, приуроченное к массиву гранитов и представленное касситеритсодержащими рудами. Содержание олова колеблется от 1 до 5 %. Касситерит встречается в виде кристаллов и коллоидных агрегатов, присутствуют пирит и гематит, широко развиты малахит и хризоколла. Вблизи месторождения обнаружены горны с остатками медных шлаков, содержащих около 0,1 % олова. Я.И. Сунчугашев [1975] сделал вывод, что возможно в древности тувинский касситерит поставлялся в металлургические центры Хакасии. В бронзовых изделиях археологических памятников этой территории, относящихся к позднему этапу бронзы, обнаружено высокое содержание олова (5–8 %) в ножах и кинжалах.

Забайкалье два последних столетия являлось источником получения олова как россыпного, так и рудного. На возможную добычу в древности оловянных руд в районе указывает Н.Ф. Сергеева [1981]. Следует сказать, что во времена Великой Хакасии (I тысячелетие н. э.) эта территория была доступна для древних изыскателей и горняков, оставивших от своей деятельности чудские копи.

Месторождения Забайкалья приурочены к гранитным массивам мезозойского возраста. В 1811 г. по древним выработкам было выявлено Ононское оловянное месторождение. Касситерит добывали из рудных жил до глубины 15 м. Добыча велась с перерывами до начала XX в, когда была построена обогатительная фабрика, перерабатывавшая 3–40 т руды в сутки. Анализ сплава возле остатков шахтной печи показывает содержание, мас. %: Cu 73; Fe 1,2; Zn 1,2; Sb 12,3; As 11,3. Монгутское полиметаллическое месторождение, расположенное в 20 км южнее пос. Окинское, обнаружено в XVIII в. по следам древних выработок. В составе руд гематит, малахит, ковеллин, халь-

козин. В бассейне р. Джиды был открыт единственный в Забайкалье клад литейщика, а также обнаружены многочисленные случайные находки бронзовых и медных предметов. На вершинах хребтов найдены остатки бронзовых шлаков и медные руды, орудия горного дела.

5.4. Добыча свинцовых руд

Изделия из свинца неоднократно находили в археологических памятниках. В южной Месопотамии в могильнике Ура найдено 38 экземпляров таких предметов из 84 учтенных находок [Авилова, 2008]. Предполагается, что такое обилие свинцовых артефактов связано с разработкой свинцово-серебряных руд на Верхнем Евфрате в районе Кебана. Но основное количество свинца в Средиземноморье поступало из месторождений Греции.

Греческий Лаврион. Рудники расположены в 50 км к юго-западу от Афин и приурочены к восточной части полуострова Аттика. В течение многих столетий (с середины VI в. до н. э. и до конца II в. н. э.) здесь добывались свинцовые руды, содержащие серебро. И поныне здесь высятся груды шлака от переработанной руды. Но самое впечатляющее – это остатки 2000 шахт, высеченных в твердых известковых пластах и уходящих в глубину на 100–120 м. Они остались со времен Эллады и Рима. Рудное поле обезображено многочисленными провалами и оплывшими карьерами.

С VI в. до н. э. рудники были собственностью Афин, и прибыль от разработки распределялась среди граждан этого полиса. В свое время была знаменита монета «Лаврионская сова» Афинского государства. Рудники сдавались частным лицам на условиях краткосрочной аренды. Из-за высокого содержания в рудах серебра ежегодно производилось около 3000 кг этого металла. В критическое для греков время войны с персами афинский стратег Фемистокл предложил полученные средства направить на постройку 100 судов, и греки согласились отдать свою долю серебра на общее дело.

Рудный район Лавриона имеет субмеридиональное простирание и длину 20 км. В его составе выделено четыре рудных поля (рис. 5.6). Разработка месторождения проходила в основном подземным способом из многочисленных шахт. Вся территория рудного района изрыта выработками, изборождена гигантскими провалами. Рудоносными горными породами являются мезозойские мраморы, чередующиеся со сланцами. Главные стратиграфические подразделения – толщи нижних и верхних мраморов Камарица и разделяющие эти отложения кристаллические сланцы. В нижней толще присутствуют прослойки доломитизированных мраморов и содержатся остатки раковин и кораллов юрского периода; породы сильно метаморфизованы. Толща кристаллических сланцев соответствует уровню формирования массивных сульфидов и прорвана дайками гранодиоритов. Верхняя толща состоит из серого и белого тонкослоистого мрамора с линзами доломитов, содержащих водорослевые окаменелости.

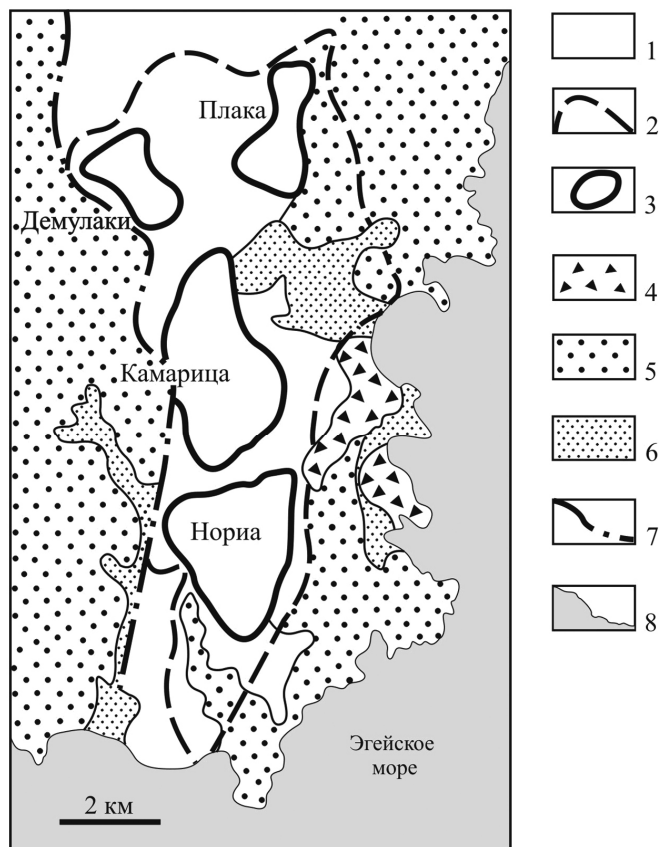


Рис. 5.6. Схема геологического строения Лаврионского рудного поля [Demitriades, 2003].

1 – рудовмещающие отложения (мрамора, сланцы и вулканогенные породы); 2 – поле развития древних и старинных горных выработок; 3 – контуры шахтных полей; 4 – участки складирования отходов горно-металлургического производства (шлаки, шламы); 5 – надрудные отложения (сланцы, офиолиты, известняки); 6 – четвертичные отложения (пески, галечники); 7 – тектонические нарушения; 8 – граница моря и суши

На рудном поле выделяются следующие сорта руд: жильный тип, объединяющий свинцово-цинковые руды с содержанием суммы свинца и цинка 14–15 % и 500 г/т серебра; карстовые руды, в которых сумма свинца и цинка колеблется от от 1–3 до 25–30 % и содержится несколько сотен г/т серебра; прожилково-вкрапленные руды с содержанием свинца 5–6 %, цинка 8 % и 70–80 г/т серебра.

Рудная минерализация представлена галенитом, сфалеритом, пиритом, а также оксидами и карбонатами цинка и свинца (каламинном, церусситом).

Распространены жильные минералы флюорит, барит, анкерит и кальцит. Геологические, минералогические, геохимические данные свидетельствуют о том, что отложение металлов происходило из гидротермальных растворов, образовавшихся в связи с формированием глубоко залегающих гранитных массивов Восточного Лавриона. Минералогия рудного поля изучена очень детально, список минералов достигает 240. В лаврионской копилке присутствуют минералы, образовавшиеся не только из гидротерм, но и в шлаках и продуктах их взаимодействия с морской водой. На рис. 5.7–5.9 приведены карта отходов металлургического производства и снимки отвалов. Среди продуктов древнего техногенеза присутствуют шлаки, флотационные отходы, пиритсодержащие шламы, которые занимают территорию 2х4 км². Это крупнейшее поле древних металлургических отходов в мире!

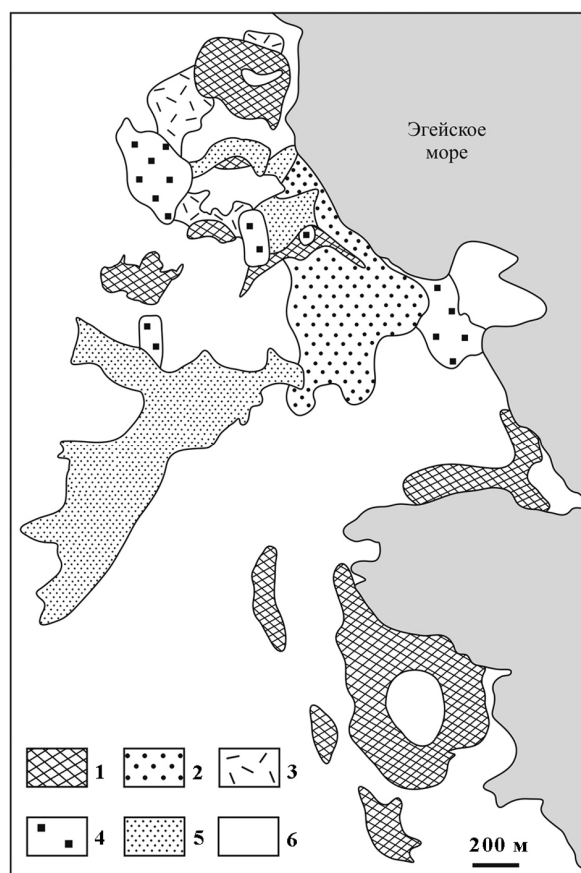


Рис. 5.7. Схема расположения металлургических отходов Лавриона [Demetriades, 1999]:

1–3 – шлаки: 1 – массивные, 2 – бугорчатые, 3 – комковатые; 4 – пиритсодержащие отходы; 5 – флотационные шламы; 6 – городская застройка



Рис. 5.8. На отвалах древнего Лавриона. Греция



Рис. 5.9. Шлаковые отвалы на побережье Эгейского моря. Греция, Лаврион



Рис. 5.10. Якоря греческих античных судов. Болгария, Национальный исторический музей, София

Количество выплавленного из лаврионских руд металлов оценено Конофагосом в 1980 г. По его расчетам, до 1 в. до н. э. было получено 1 млн 400 тыс. т свинца и 3500 т серебра. Свинец, добывавшийся в Лаврионе, распространялся по всему древнему миру (рис. 5.10). Его признаки установлены в таких центрах Причерноморья, как античные города Пантикапей и Ольвия. При исследовании Бельского городища, сопоставляющегося с античным городом Гелоном [Шрамко, 1971], обнаружены слитки из свинца. Жители этого поселения (VII–III вв. до н. э.) имели развитую металлообработку, использовали железо, бронзу и другие металлы. Свинцовые слитки имеют вид «шайбы» диаметром 8 см, высотой 1,4 см и линзы с плоским основанием диаметром 5 см и высотой в центре 1 см. Эти предметы, вероятно, служили гирями; их масса 470 и 201 г соответственно. Присутствуют также подвески, заклепки и сплески (капли) свинца диаметром 3–10 мм в зольниках. С поверхности большинство свинцовых слитков и изделий покрыты корочкой оксидов свинца толщиной 0,5–1 мм. По составу металл соответствует чистому, оловянистому и сурьмянистому свинцу с обособлениями бронзового состава и включениями пирита.

Признаки разработки свинцовых руд известны по находкам свинца в поселениях Урала. На **Куйсакском городище** близ Аркаима Т.С. Малютиной был найден свинцовый предмет цилиндрической формы. Длина стержня 6 см, диаметр 6–12 мм. По анализу морфологии и состава свинцового предмета сделано заключение, что он является частью слитка, полученного в специальной литейной форме. Свинец выплавлен, вероятнее всего, из чистого галенита, обычно использовавшегося для этой цели в древности. Свинец, видимо, предназначался для изготовления украшений либо грузил. Источником

руды могли служить барит-галенитовые жилы в районе Кочкарского месторождения золота и Аркаима [Зайков и др., 2010]. Мощность жил 10–120 см, длина 30–50 м, галенитовые агрегаты образуют скопления поперечником 5–10 см.

Глава 6. ХРОМИТСОДЕРЖАЩИЕ ШЛАКИ И РУДЫ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ МИКРОРАЙОНАХ ЮЖНОГО УРАЛА

6.1. Минеральные и расплавные включения в древних шлаках и металлах

Исследование полированных шлифов шлаков металлургического производства эпохи бронзы (II тыс. до н. э.) открыло целый мир минеральных и расплавных включений, на которые ранее специалисты не обращали особого внимания. К минеральным включениям относятся оставшиеся в расплаве обломочки руд и минералов, а к расплавным – содержащиеся в шлаках капли металла, которые называют корольками. Среди первых установлены сульфиды и арсениды, что свидетельствует об использовании древними металлургами сульфидных руд. На южноуральских поселениях этого времени (Аркаим, Каменный Амбар, Устье, Куйсак и другие) в шлаках присутствует много обломков хромшпинелидов, поступивших из кобальт-медно-колчеданных руд в ультрабазитах. Расплавные включения сложены медью и железом, сульфидами и арсенидами меди и никеля.

Сведения о составе включений в шлаках и рудах получены с использованием оптических микроскопов OLYMPUS, и электронных микроскопов РЭММА-202М (оператор В.А. Котляров), JEOL-733 (оператор Е.И. Чурин). Образцы были заключены в препарат на основе эпоксидной смолы и отполированы. При исследовании руд определены набор и свойства минералов. Для сопоставления хромшпинелидов из шлаков и коренных источников изучен состав рудовмещающих пород, хромитовых и малахитсодержащих руд. Данные о составе руд получены рентгенофлуоресцентным методом и химическим анализом.

Сульфидные включения представлены обломками халькозина размером 0,5–1 мм. При исследовании шлаков из поселения Аркаим установлены включения дезинтегрированных зерен халькозина. Скопление вытянутых индивидов имеет размер 2–3 мм. Кроме того, в шлаках поселения Каменный

Амбар выявлены капли, сложенные смесью халькозиновой, ковеллиновой и пирротиновой фаз. Размер их 50–100 мкм.

В корольках мышьяковой бронзы из шлаков поселения Устье обнаружены каплеобразные включения с высоким содержанием мышьяка (2–5 %) и никеля (3–4 %). В этих «каплях» присутствуют жилки с содержанием, мас. %: As 40–44 и Ni 6–17. В несколько меньших количествах мышьяк и никель присутствует в сульфидных каплях из шлаков поселения Аркаим, однако в них отмечены округлые обособления с селеном 6–7 и теллуром 0,6–1,1 мас. %. Установлено в них и присутствие ванадий- и хромсодержащих фаз.

На поселении Каменный Амбар обнаружены микровключения свинца в бронзовых изделиях. При исследовании пластинчатой заготовки мышьяксодержащей бронзы (Cu 91–94; Sn 3–6; As 0,4–1,0 мас. %) выявлены червеобразные вроски свинца.

Большинство *металлических включений* представлено однородными корольками меди и мышьяковой бронзы и дают мало информации об источнике сырья. Но в девяти полировках установлены включения сложного состава, и в большинстве из них присутствуют зерна хромитов. Как правило, включения затронуты процессами окисления, что приводит к новообразованиям в виде оксидов и хлоридов металлов. Размер включений 0,2–8 мм, форма округлая и вытянутая. По составу металла выделяются следующие их типы: однофазные (чистая медь, мышьяковая бронза, сульфид меди), двухфазные (бронза мышьяковистая с каплями селенистых сульфидов), трехфазные (бронза никель-мышьяковая, сульфид меди, сплавы Cu – Ni – As или Fe – Cu – As).

Двухфазные включения выявлены в шлаках из поселений Аландское, Аркаим и Устье. Полировка Устье 845-1 включает королек мышьяковистой бронзы, испытавшей окисление. Размер королька 0,3–1 мм. Строение корольков ячеистое за счет доменов состава Cu – Ni – As, между ними заключены участки, обогащенные мышьяком и никелем (до 43 и 18 % соответственно).

Трехфазные включения установлены в шлаках из поселений Кизильское и Куйсак. Полировка Кизильское 155-1 отобрана из шлака с включением королька размером 0,1–0,2 мм. Основная фаза представлена мышьяковой бронзой, содержащей около 3 % мышьяка и никеля. Вторая фаза представлена участками с высоким содержанием мышьяка и никеля (30–40 %). В ней присутствуют круглые и овальные выделения сульфида меди (величина их около 0,1 мм).

Результаты исследования металлических включений из древних шлаков Южного Урала свидетельствуют о том, что наряду с рудами из зон окисления медноколчеданных месторождений использовалось сырье из мышьяк- и никельсодержащих объектов. Таковыми могут быть кобальт-медно-колчеданные залежи, содержащие в продуктах окисления повышенные количества мышьяка и никеля. Это подтверждается ассоциацией мышьяковистых и никелистых корольков с включениями хромитов из рудовмещающих серпенти-

нитов. Судя по наличию в шлаках корольков с сульфидами, древними металлургами использовались как вторичные, так и первичные сульфидные руды.

6.2. Хромитсодержащие шлаки и руды Ишкининского археологического микрорайона

Южный Урал в позднем бронзовом веке входил в Евразийскую металлургическую провинцию, объединяющую несколько горно-металлургических центров [Черных, 2007]. В провинции выделена серия дискретно расположенных компактных групп археологических памятников, тяготеющих к древним горным выработкам (рис. 6.1). К числу наиболее обеспеченных рудными источниками относится Ишкининский археологический микрорайон в долине реки Сухая Губерля, в Восточном Оренбуржье (рис. 6.2), который может расцениваться в качестве эталонного для Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра эпохи поздней бронзы [Ткачев, 2011, с. 43–55]. На площади микрорайона располагается Ишкининское кобальт-медно-колчеданное месторождение, разрабатывавшееся в древности [Юминов, Зайков, 2002, с. 98–110]. Поскольку археологический микрорайон обычно охватывал зону действия устойчивой хозяйственной структуры и отдельной социальной единицы, то с учетом производственной специализации населения в данном случае зафиксирован локальный центр металлопроизводства, основанный на эксплуатации Ишкининского кобальт-медно-колчеданного месторождения.

Древние карьеры были выявлены К.Д. Субботиным в 1940–1942 гг. в ходе геологоразведочных работ, однако археологам длительное время не были известны. В конце 1950-х годов этот объект посетил актюбинский геолог Р.А. Сегедин, обнаруживший на отвале древнего рудника массивный каменный молот [Ткачев и др., 1996].

В 1992 г. экспедицией Орского краеведческого музея, возглавляемой С.Н. Заседателевой и О.Ф. Бытковским, на северном фланге рудного поля было открыто поселение бронзового века Ишкиновка. Детальное исследование древних карьеров было проведено в 1998–2001 гг. А.М. Юминовым и В.В. Зайковым [2002]. В течение нескольких полевых сезонов с 1996 г. по 2004 г. В.В. Ткачевым осуществлялись археологические раскопки могильников севернее рудного поля, в ходе которых были получены материалы ямной, синташтинской и алакульской культур, относящихся к различным периодам бронзового века [Ткачев, 2005].

Новый этап в изучении Ишкининского археологического микрорайона связан с реализацией проекта РФФИ № 08-06-00136а по комплексному изучению Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра эпохи поздней бронзы. В 2007, 2009–2010 гг. археологической экспедицией Орского гуманитарно-технологического института под руководством В.В. Ткачева

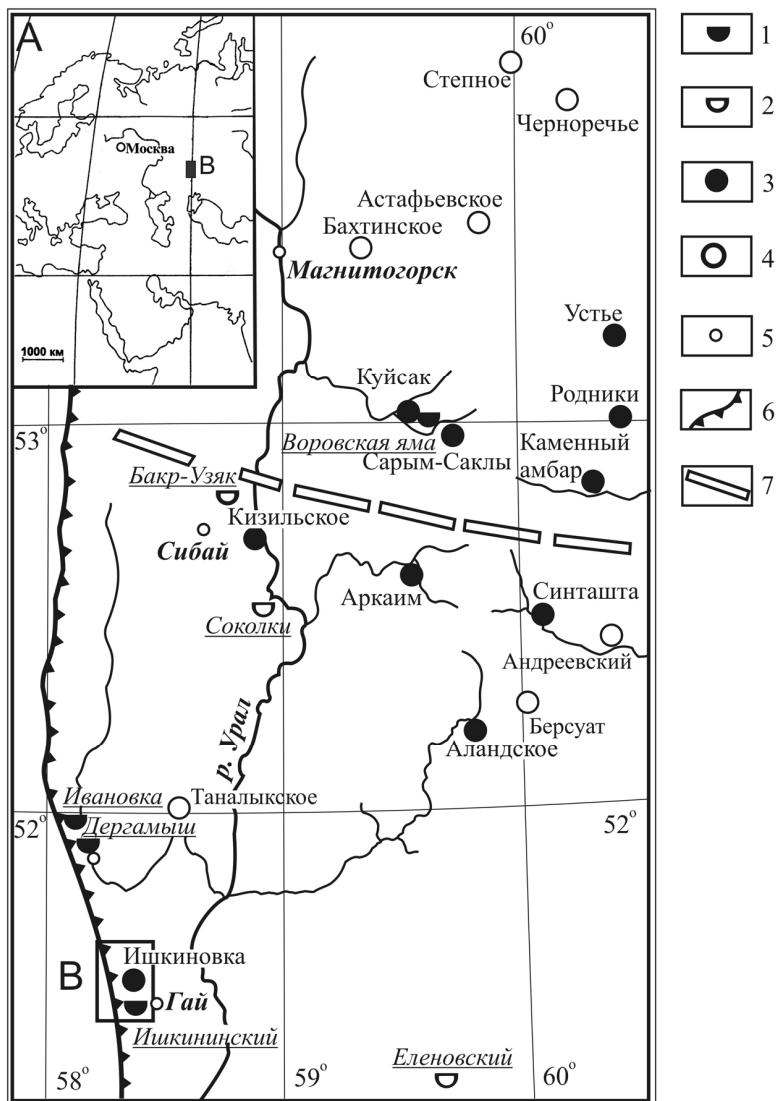


Рис. 6.1. Схема расположения рудников и поселений бронзового века на Южном Урале. А – положение в СВ Евразии. В – Ишкининский археологический микро-район.

1 – древние рудники с хромитсодержащими рудами; 2 – то же, на которых не выявлены хромитсодержащие руды; 3 – поселения бронзового века с хромитсодержащими шлаками; 4 – то же, на которых не выявлены хромитсодержащие шлаки; 5 – современные населенные пункты; 6 – западный шов Главного Уральского разлома; 7 – граница предполагаемого раздела южной и северной групп поселений с различными источниками медного сырья.

Схема составлена с использованием данных [Зданович, Батанина, 2007]

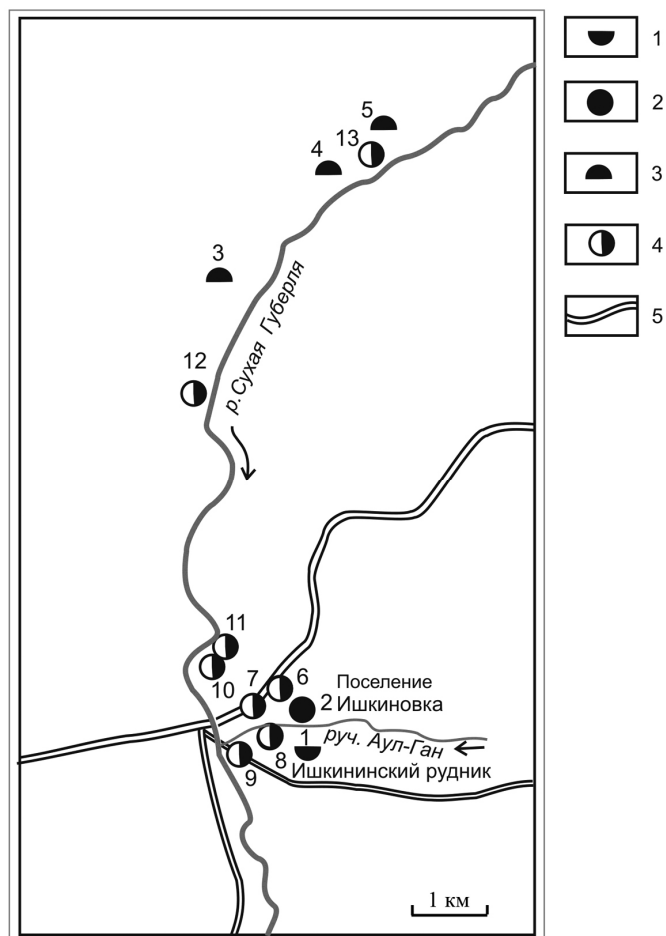


Рис. 6.2. Схема расположения археологических памятников в Ишкининском археологическом микрорайоне.

1 – Ишкинский рудник; 2 – поселение Ишкиновка; 3 – могильники; 4 – местонахождения артефактов; 5 – дороги. Номера памятников: 1 – рудник Ишкининский; 2 – поселение Ишкиновка. Могильники: 3 – Ишкиновка I, 4 – Ишкиновка II, 5 – Ишкиновка III. Местонахождения: 6 – Аулган I, 7 – Аулган II, 8 – Аулган III, 9 – Аулган IV, 10 – Сухая Губерля I, 11 – Сухая Губерля II, 12 – Сухая Губерля III, 13 – Сухая Губерля IV

при участии А.В. Фомичева и С.М. Умрихина была проведена детальная археологическая разведка. Выявлена дополнительно группа некрополей, начаты работы по стационарному исследованию поселения и горных выработок, сопровождавшиеся палеопочвенными, палинологическими, геоархеологическими исследованиями, отбором образцов для радиоуглеродного датирования.

Минералогический интерес к памятнику вызван тем, что в рудах Ишкининского кобальт-медно-колчеданного месторождения присутствует хромит FeCr_2O_4 – минерал из группы хромшпинелидов, в составе которого, помимо железа и хрома, присутствуют в различных пропорциях Mg, Al, Ti, Mn, Zn, V. Это тугоплавкий минерал; температура плавления хромистых разностей достигает $2180\text{ }^\circ\text{C}$ [БСЭ, 1974, с. 400]. Хромиты являются типичным минералом для рудоносных гипербазитов, поэтому его присутствие в шлаках является индикатором использования соответствующих руд. К гипербазитам относятся породы, состоящие из оливинов и пироксенов в разных количественных соотношениях. Главными из них являются дуниты и гарцбургиты, содержащие постоянную примесь хромитов [Геологический..., 1973, с. 120]. Рудоносными процессами гипербазиты на периферии массивов превращены в тальк-карбонатные породы.

Авторами совместно с В.В. Ткачевым дана комплексная характеристика древнего рудника, хромитсодержащих руд и шлаков, выявленных на территории Ишкининского археологического микрорайона. Это позволит получить описание эталонного объекта, на котором происходили добыча, обогащение и металлургический передел медных руд. Ранее подобные сопоставления для древних рудников Южного Урала были косвенными, так как хромитсодержащие шлаки не были точно «привязаны» к местам добычи руд.

Сведения о строении рудных залежей получены в результате картирования, горно-проходческих работ и опробования горных выработок при участии И.Ю. Мелекесцевой, А.Ю. Дунаева, Р.Р. Шавалеева [Зайков и др., 2009, с. 27–37]. Помощь во вскрытии древних выработок оказана директором Гайского горно-обогатительного комбината Ю.И. Старостиным, предоставившим землеройную технику. С применением экскаватора были пройдены семь траншей, позволивших изучить строение отвалов. Кроме того, отвалы пяти карьеров были вскрыты вручную в полевом сезоне 2009 г. экспедицией В.А. Ткачева, что позволило получить стратиграфические данные.

Характеристика Ишкининского археологического микрорайона

С поздним бронзовым веком в археологическом микрорайоне связана группа компактно расположенных синхронных памятников, представленных горными выработками, поселением, серией местонахождений и могильников (см. рис. 6.2). По всей видимости, они представляли собой единый хозяйственно-культурный центр, основанный на сочетании горно-металлургического производства и отгонного скотоводства [Ткачев, 2011].

Геархеологические производственные объекты, представленные серией горных выработок, локализируются на левобережье ручья Аулган – левого притока р. Сухая Губерля. На противоположном берегу ручья на ровной площадке, окаймленной с трех сторон горами, располагалось поселение Ишкиновка. На площади поселения были заложены разведочные шурфы и раз-

бит небольшой раскоп, которым вскрыты приуроченные к двум жилищным впадинам два хозяйственных комплекса, представлявшие собой очаги с легкими каркасными навесами и колодцы. Культурный слой в этой части поселения достигал 1 м. Помимо массового остеологического материала в ходе работ получена представительная коллекция керамики, каменных, глиняных, костяных и металлических орудий, металлургические и керамические шлаки. Подавляющее большинство фрагментов глиняной посуды соответствует по технологическим и морфологическим характеристикам, орнаментации и технике ее нанесения керамическому комплексу алакульских могильников Ишкиновка I–III. Однако отдельные фрагменты сосудов с плавным профилем, украшенные крестовым орнаментом и налепным валиком по горловине, обнаруженные в верхних горизонтах культурного слоя, по всей видимости, относятся к эпохе финальной бронзы.

В непосредственной близости от этих памятников обнаружена серия местонахождений керамики эпохи поздней бронзы, не образующих культурного слоя. Они могут рассматриваться как пункты периодических посещений, связанных с особенностями отгонных форм скотоводства и торгово-обменными операциями. Одно из них обнаружено на берегу безымянного ручья недалеко от его впадения в ручей Аулган (№ 8). Еще два местонахождения (№ 6, 7) зафиксированы на площадках по обе стороны Аулгана в устье безымянного ручья. Керамика позднего бронзового века (ПБВ) найдена также у места впадения ручья Аулган в р. Сухая Губерля (№ 9). На левобережье р. Сухая Губерля, в 1 км выше по течению от устья Аулгана, также обнаружены керамика и кости домашних животных (местонахождения № 10, 11).

Другая компактная группа археологических объектов ПБВ сосредоточена на правобережье р. Сухая Губерля, севернее описанных памятников. В устье ее правого притока, ручья Жериклинский, на краю пологой водораздельной возвышенности размещается могильник Ишкиновка I (№ 3). Недалеко от этого некрополя, на мысообразной площадке обнаружено местонахождение керамики эпохи бронзы (№ 12). В 2 км выше по течению р. Сухая Губерля находится курганный могильник Ишкиновка II (№ 4), еще в 1 км вверх по течению располагается могильник Ишкиновка III (№ 5). Между ними выявлено местонахождение керамики (№ 13). По характеру артефактов население относится к алакульской культуре [Ткачев, 2011].

Строение месторождения и отвалов древних горных выработок

Месторождение располагается в осевой части Главного Уральского разлома, в котором развиты гипербазиты. Эти породы испытали большие деформации и превращены в блоковый меланж, сложенный различными гипербазитами [Геологический..., 1973, с. 420]. Блоки данных пород испытали значительное перемещение, что привело к сочетанию измененных дунитов и гарцбургитов с хромитами различного состава.

Сульфидное оруденение образует две рудоносные зоны: Восточную и Западную, приуроченные к телам тальк-карбонатных пород в обрамлении массива гипербазитов (рис. 6.3). Образование руд происходило путем замещения сульфидным материалом блоков гипербазитов и тальк-карбонатных пород. В кровле Восточной зоны оконтурено 33 тела массивных сульфидов мощностью 0,2–5,5 м, сложенных пирротином, пиритом, халькопиритом с примесью хромита и минералов Co, Ni, As. Ниже развиты прожилково-вкрапленные разности. Вблизи поверхности они подвержены окислению и представлены малахит-азуристовыми и малахит-гетитовыми рудами в тальк-карбонатных породах.

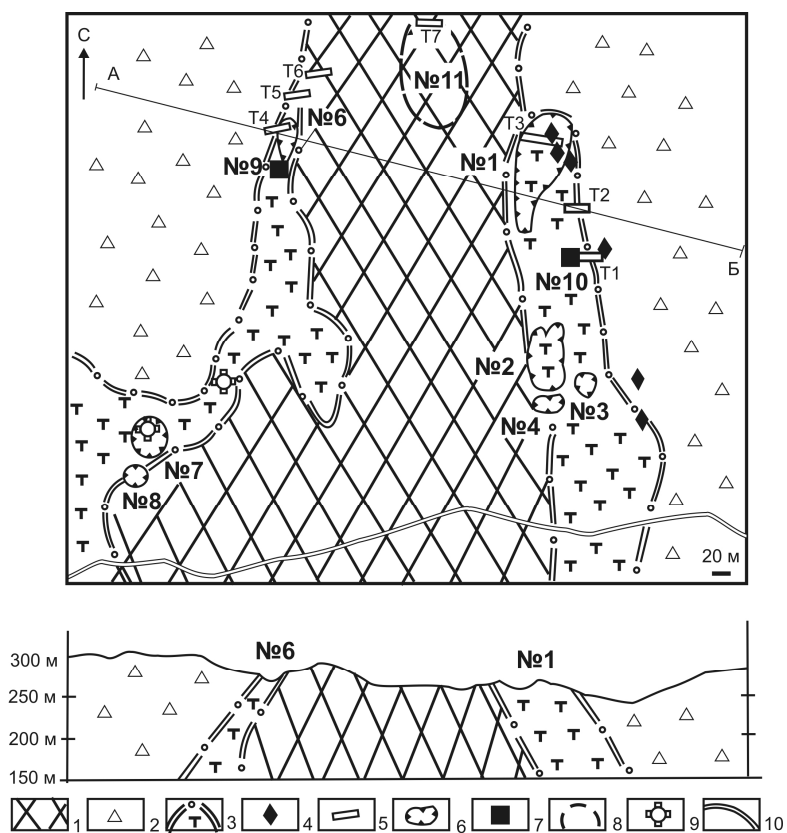


Рис. 6.3. Схема расположения древних карьеров, рудоносных зон и горных выработок на Ишкининском месторождении [Зайков и др., 2009, с изменениями].

1 – гипербазиты; 2 – вулканомиктовые брекчии; 3 – контуры рудоносных зон с сопровождающими тальк-карбонатными породами; 4 – места отбора штучных проб руды; 5 – экскаваторные траншеи, пройденные в 2001 г.; 6 – контуры древних карьеров; 7 – вертикальные древние выработки; 8 – предполагаемая обогатительная площадка; 8 – места находок единичных зерен золота; 8 – автомобильная дорога г. Гай – д. Ишкинино

На месторождении известно восемь древних карьеров, имеющих 20–80 м в диаметре и глубину до 20 м (табл. 6.1), из которых извлекалась окисленная медная руда [Зайков и др., 2009]. Положение их показано на рис. 6.3; карьер № 5 находится в южной части рудного поля, в 500 м южнее поселения Ишкиновка. Кроме этого, отмечено две выработки (№ 9, 10), в которых добывались сульфидные руды. Обогащение руд, судя по присутствию щебня малахитсодержащих пород, происходило на ровном участке в северной части рудного поля.

Таблица 6.1

Расчет предполагаемого количества добытой руды на Ишкининском медном руднике в бронзовом веке

№ карьера	Форма карьера	Длина, м	Ширина, м	Глубина, м	Объем вскрыши, м ³	Объем рудной массы, м ³	Удельный вес руды, т/м ³	Примерный вес добытой руды, т
1	Грушевидная	80	10–40	7	14 000	3 500	2,9	10 150
2	Овальная с от- ростками	50	30–40	6	10 500	2 625	2,9	7 612
3	Овальная с от- ростками	30	20–25	5	3 375	844	2,9	2 447
4	Овальная	30	20	5	3 000	750	2,9	2 175
5	Овальная	15	10	3	450	112	2,9	325
6	Грушевидная	40	20	5	4 000	1 000	2,9	2 900
7	Округлая	50	30	3	4 500	1 125	2,9	3 262
8	Округлая	20	15	5	1 500	325	2,9	809
ИТОГО								29 680

Древние выработки подразделяются на три главные группы:

1. Грушевидные карьеры на склонах, состоящие из линейных выработок длиной 40–80 м с преобладающей глубиной 6–7 м, которые сопровождаются отвалами (№ 1, 6);

2. Округлые и овальные карьеры, пройденные по пологозалегающим рудным телам или группе рудных тел; диаметр их 15–100 м, глубина 3–10 м (№ 2, 3, 4, 7, 8);

3. Вертикальные выработки глубиной до 20 м, берущие начало из карьеров (№ 9, 10).

Наиболее крупный карьер № 1 (рис. 6.4) имеет грушевидную форму и вытянут в меридиональном направлении согласно с ориентировкой восточной рудной зоны. Его длина – 120 м, максимальная ширина – около 40 м, глубина



Рис. 6.4. Общий вид с севера Ишкининского карьера № 1, вскрытого траншеей. Фото 2001 г.

более 5 м. На днище зафиксировано три оплывших отвала, которые отсыпались друг на друга по мере отработки карьера в направлении с юга на север. Высота самого большого из них около 5 м.

Верхняя часть северного отвала вскрыта на глубину 3–5 м траншеей № 3. Отвал сложен дресвяно-щебнистым материалом, слои которого залегают кулисообразно (рис. 6.5). Разрез отвальных отложений включает три горизонта, различающихся как по минералого-петрографическим особенностям слагающего их материала, так и по величине обломков. Нижний и средний горизонты разделены погребенными почвами, что свидетельствует о длительных перерывах в разработке рудника.

В нижнем горизонте на глубине 2–2,5 м обнаружена линза, сложенная кусками поперечником до 15 см окисленной медной руды азурит-малахитового состава. Подобное скопление представляет собой рудный склад (№ 1), т. е. специальное место для складирования наиболее ценного сырья после его добычи и предварительного обогащения. Видимая мощность линзы – 0,6 м, протяженность – 4 м. Рудный склад перекрыт слоем древней погребенной почвы.

В среднем горизонте был обнаружен рудный склад № 2. Он расположен в центральной части траншеи на глубине 0,75–1,0 м в виде субгоризонтальной линзы длиной 4,5 и максимальной мощностью 0,75 м. Породы в ней представлены ожелезненными серпентинитами, содержащими тонкие вкрапления, пленки и маломощные прожилки малахита. Содержание меди и мышьяка в руде в 2–3 раза ниже, чем в руде из склада № 1.

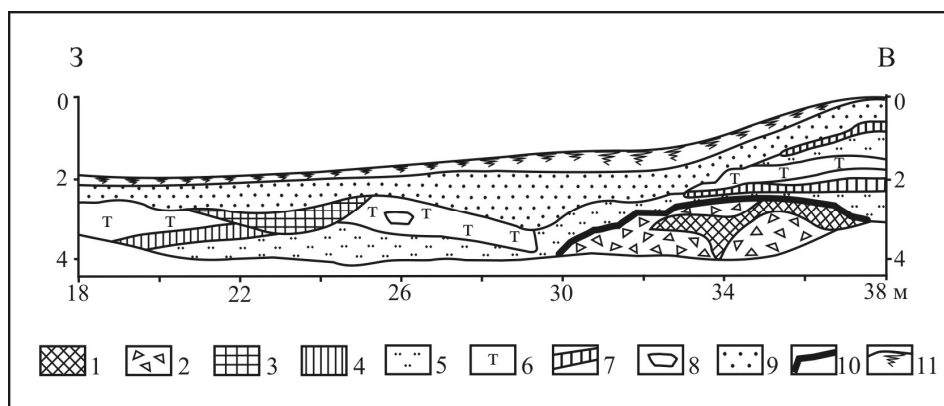


Рис. 6.5. Схема строения восточной части отвала карьера № 1 Ишкининского месторождения (составил А.М. Юминов).

1–2 – нижний горизонт: 1 – рудный склад № 1 с азурит-малахитовыми рудами, 2 – щебень тальк-карбонатных пород; 3–8 – средний горизонт: 3 – рудный склад № 2 с малахит-гетитовыми рудами, 4 – щебень бурых железняков, 5 – щебень тальк-карбонатных пород, 6 – склад талькового сырья, 7 – зольники, 8 – место находки наковален; 9 – верхний горизонт: темно-коричневый суглинок с щебнем тальк-карбонатных пород; 10, 11 – почвы: 10 – погребенные; 11 – современный почвенно-растительный слой

Верхний горизонт состоит из нескольких кулисообразных слоев серовато-коричневых суглинков, содержащих редкую дресву и мелкий щебень серпентинитов.

Самый глубокий карьер (№ 6) находится в Западной зоне. Он врезан в северо-восточный склон каменной гряды, длинная ось вытянута в меридиональном направлении согласно с ориентировкой рудной зоны. Карьер имеет грушевидную форму и состоит из серии выработок, сопряженных друг с другом и разделенных отвалами. Общая длина группы выработок – около 60 м, наибольшая ширина до 25 м, современная глубина 2–3 м (рис. 6.6). Отвалы серповидной формы отсыпаны по северному и северо-западному бортам карьера. Их современная высота находится в пределах 0,5–2,5 м, ширина подошвы в отдельных случаях достигает 20 м. Отвалы сложены дресвяно-щебнистым материалом, слои которого залегают кулисообразно.

Согласно данным А.Д. Полуэктова, один из глубоких шурфов, пройденных в южной части карьера № 6, на глубине 20 м вскрыл древнюю выработку (№ 9). В этой шахте добывались сульфидные руды.

Вертикальная выработка (№ 10), также вскрывающая сульфидные руды, была обнаружена в траншее № 1 (рис. 6.7). В ее восточной части находится выемка глубиной более 4 м и шириной 1–4 м среди прожилково-вкрапленных сульфидных руд. Она была засыпана щебнем лимонитизированных пород с вторичными минералами меди.

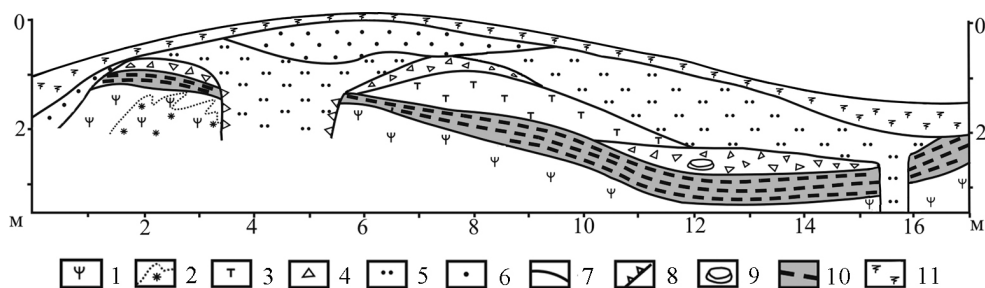


Рис. 6.6. Схема строения отвала древнего карьера № 6 Ишкининского месторождения (составил А.М. Юминов).

1 – серпентиниты аподунитовые; 2 – зоны лимонитизации; 3 – щебень тальк-карбонатных пород; 4 – крупный щебень серпентинитов; 5 – темно-коричневый суглинок с прослоями щебня серпентинитов (древние отложения); 6 – глинистый материал с обломками серпентинитов и тальк-карбонатных пород (современные отложения); 7 – границы слоев; 8 – контуры бортов вертикальных выработок; 9 – место находки наковальни; 10, 11 – почвы: 10 – современные; 11 – погребенные

Положение обогатительной площадки предварительно намечено в депрессии размером 60?100 м между северными флангами Западной и Восточной зон (№ 11). На этой территории встречены многочисленные обломки маляхитсодержащих руд, не связанные с коренными породами.

Предварительный анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что древние выработки относятся к бронзовому веку. Об этом свидетельствуют находки на отвалах двух каменных молотов, рудодробильных камней и наковален, идентичных обнаруженным на десятках других древних рудников в Уральско-Мугоджарском регионе [Ткачев, 2005; 2011]. В пользу такого вывода свидетельствует присутствие в материалах поселения Ишкиновка руды, металлургических шлаков, каменных терочных плит, пестов, молотов, заготовок горнопроходческих костяных клиньев. Результаты палинологических исследований и радиоуглеродного датирования погребенных почв, законсервированных под отвалами древних карьеров, свидетельствуют о длительном периоде эксплуатации Ишкининского месторождения, в течение которого отмечены изменения растительного покрова и климатических условий.

Состав руд

Сульфидные руды сложены массивными и прожилково-вкрапленными разностями [Зайков и др., 2009]. Массивные относятся к трем минеральным типам: пирит-пирротиновым, халькопирит-пирит-пирротиновым, кобальтин-халькопиритовым. В первых установлены содержания (мас. %): Cu 0,5–5,1; Co 0,01–0,05; Ni 0,2–0,4; As 0,1–4,7. Руды халькопирит-пирит-пирротинового

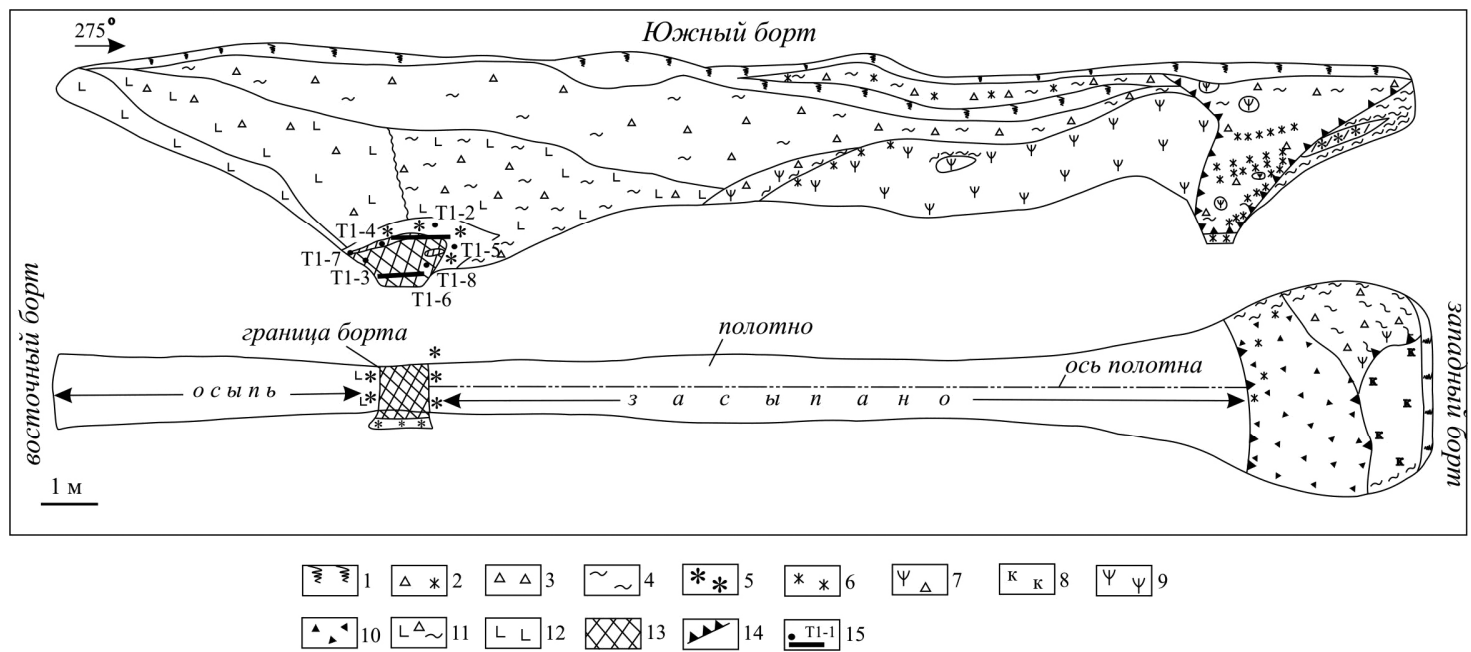


Рис. 6.7. Схема геологического строения южного борта и полотнища траншеи № 1. Контакт серпентинитов и вулканомиктовых брекчий. По [Мелекесцева, Зайков, 2003 с изменениями].

1 – почвенно-растительный слой; 2 – глинисто-щебнистые отложения светло-коричневого цвета с обломками серпентинитов и их ожелезненных разновидей; 3 – светло-серый делювий аподунитовых серпентинитов; 4 – рассланцованная глинистая порода; 5 – линза лимонитизированных пород вплоть до бурых железняков с карбонатными жилками; 6 – ожелезнение пород; 7 – глинистый делювий с обломками аподунитовых серпентинитов; 8 – серая карбонатная апосерпентинитовая порода с карбонатными жилками и гнездами; 9 – аподунитовые серпентиниты; 10 – сульфидно-серпентинит-карбонатные брекчии; 11 – базальтовый делювий светло-кремового цвета с дресвянистыми и агломератовыми обломками; 12 – базальты, раздробленные на блоки и местами ожелезненные; 13 – линза сливной гематитизированной породы; 14 – контур древней выработки; 15 – места отбора бороздовых и точечных проб с их номерами

типа обладают высокими концентрациями меди: 6,4–10,0 %. В кобальтин-халькопиритовых рудах, содержащих примесь арсенопирита [Геологический..., 1973], резко возрастает содержание мышьяка – 8,1–9,3 % и кобальта – 0,1–0,7 %. Прожилково-вкрапленные руды имеют пирит-пентландит-пирротинный и халькопиритовый состав (содержания меди 0,5–2,0 %, кобальта 0,01–0,12 %, никеля 0,2–0,5 %). Во всех разновидностях сульфидных руд присутствуют кристаллы хромитов (содержания Cr 0,1–0,5 %). Добыча первичных руд в бронзовом веке была очень ограниченной.

Окисленные руды относятся к азурит-малахитовым и малахит-гетитовым разновидностям. Руда азурит-малахитовая отличается повышенным содержанием меди (6–8 %), в ней также содержится мышьяк в количестве 1,1 %. Малахит-гетитовые руды сложены гетитом с жилками и гнездами малахита. Среднее содержание меди в них 2,6 %, мышьяка – 0,6 %, никеля – 0,2 %. Таким образом, среднее содержание меди в рудах равно примерно 5 %. Присутствие во всех разновидностях руд хрома и никеля свидетельствует об их образовании по гипербазитовому субстрату.

Азурит-малахитовые руды добывались древними горняками на первом этапе эксплуатации месторождения. Добыча велась в юго-восточной части карьера № 1, где располагалась зона окисления первичных сульфидных руд. После перерыва разработок, во время которого сформировался слой почвы мощностью 20–30 см, горные работы возобновились. В этот период преимущественно добывались малахит-гетитовые руды, образованные по вкрапленным сульфидным разновидностям. Последний этап разработки месторождения, последовавший после значительного перерыва, фиксируется по верхнему горизонту отвала. Впоследствии добыча была прекращена, рудник постепенно пришел в упадок и был заброшен.

Количество добытой руды

Оценим примерное количество руды, добытое из древних выработок, по формуле:

$$P = O \cdot Y \cdot K,$$

где P – количество руды, O – объем добытой рудной массы, Y – удельный вес руды, K – коэффициент рудоносности, учитывающий количество кондиционных руд в добытой рудной массе. Значение этого коэффициента принято исходя из качества руд на месторождении – 0,2, что требовало ручного обогащения с содержания 1 % до содержания 5 %. Таким образом, объем добытой рудной массы составлял примерно 20 % от объема вскрыши карьеров.

Согласно расчетам (см. табл. 6.1) на Ишкининском руднике в древности было добыто около 30 тыс. тонн медной руды. Для приближенной оценки количества выплавленного металла учтем содержание меди в кондиционных рудах равное 5 % и коэффициент извлечения металла при добыче, обогаще-

нии и металлургическом переделе, минимальное значение которого 50 % [Горная..., 1987]. Учитывая эти параметры, из добытых на изученных карьерах руд могло быть получено около 750 т меди.

Состав шлаков и хромитов

Проведем сравнение состава хромитов из шлаков, окисленных малахит-содержащих и сульфидных руд, рудовмещающих пород. Для этого по данным химического анализа выделены типы хромитов по основному параметру – содержанию оксидов хрома (табл. 6.2; рис. 6.8). Границы содержаний определены по гистограмме, составленной с шагом концентраций 0,5 % (см. рис. 6.6). В результате установлено, что хромиты образуют три группы с границами по содержанию Cr_2O_3 (мас. %): 47–50; 50–55, 55–61. Морфология зерен хромитов в шлаках и рудах иллюстрируется рис. 6.9.

Шлаки из культурного слоя поселения Ишкиновка представлены обломками полураскристаллизованной стекловатой массы бурого цвета с медными корольками. В ней заключены кристаллы пироксена, оливина, магнетита и включения зерен хромитов, являющихся реликтами использованных руд. Хромиты имеют гипидиоморфную и округлую форму, а часть зерен содержит расплавленные включения силикатов размером несколько микрон.

Таблица 6.2

Группировка анализов хромитов из шлаков, руд и пород Ишкининского археологического микрорайона

Группы составов	Содержания Cr_2O_3 , мас. %	Номера шлаков (зерен)	Руды сульфидные	Руды малахитсодержащие	Горные породы
I	45–50	Ish-1, 2, 4; Ish A2-3-1-8,9; Ish A2-3-2-11; KV-1-14, 15, 16, 17	1-сруг, 1-со	а-м (пробы Т 3; Т3-2-2; Т3-2-3), м-г (пробы Т3-3-1; Т3-3-2; Т3-3-3; Т3-3-4; Т3-3-5)	1-h1
II	50–55	Ish-1-3, 6; Ish A2-3-2-10; Ish A2-3-3-13;	1-ро	а-м (пробы Т3а) а-м (пробы Т3-2-1)	1-h2, d1
III	55–61	Ish-1-5; Ish A2-1-7; Ish A2-3-3-12			1-d2

Примечание. Буквами в таблице обозначены – руды: а-м – азурит-малахитовые, м-г – малахит-гетитовые; ро – пирит-пирротиновые, 1-сруг – халькопирит-пирит-пирротиновые; 1-со – кобальтиновые; горные породы: 1-h1, 1-h2 – гарцбургиты, 1-d1, 1-d2 – дуниты

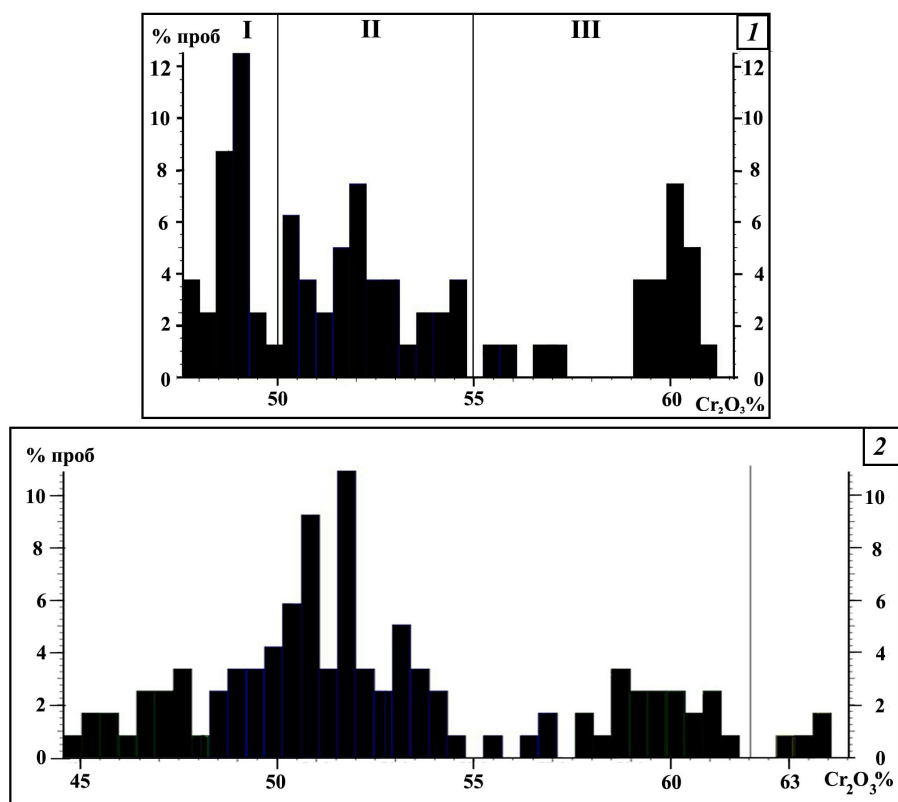


Рис. 6.8. Гистограмма вариаций содержаний Cr_2O_3 в хромитах: 1 – в шлаках из культурного слоя поселения Ишкиновка (71 анализ), 2 – в окисленных рудах месторождения Ишкинино (121 анализ). Составила Е.В. Зайкова.

Выделенные группы составов хромита из шлаков по содержанию Cr_2O_3 (мас. %): I – 47–50; II – 50–55; III – 55–64

Медные корольки имеют размеры от 10 мкм до 4 мм. Состав мелких корольков (мас. %): Cu – 97; Fe – 2,4. Более крупные образованы аналогичной железистой медью, сульфидом меди и железа (мас. %): Cu 64, Fe 12, S 23. Присутствуют также мелкие червеобразные выделения фосфида железа с примесью никеля (мас. %): Fe 88; P 10; Ni 1,5. Никель является типоморфным для руд, образовавшихся по гипербазитам. Периферия корольков образована тонкой (5–10 мкм) каймой сульфида меди (мас. %): Cu 80; Fe 1,5; S 18,4.

В некоторых образцах выявлены включения оплавленных медных руд. Основу их составляет медьсодержащее стекло двух различных составов (мас. %): 1) Cu 47–53; SiO₂ 44–51; Fe 0,8–1,0; Al₂O₃ 0–0,4; K₂O 0–0,6; 2) Cu 2; SiO₂ 61; MgO 14; Al₂O₃ 3; Cr 0,6; Fe 10; Ca 8; Na₂O 0,2; V₂O₅ 0,5. В последней разновидности присутствуют мельчайшие (несколько мкм) выделения меди с примесью железа (мас. %): Cu 99, Fe 1).

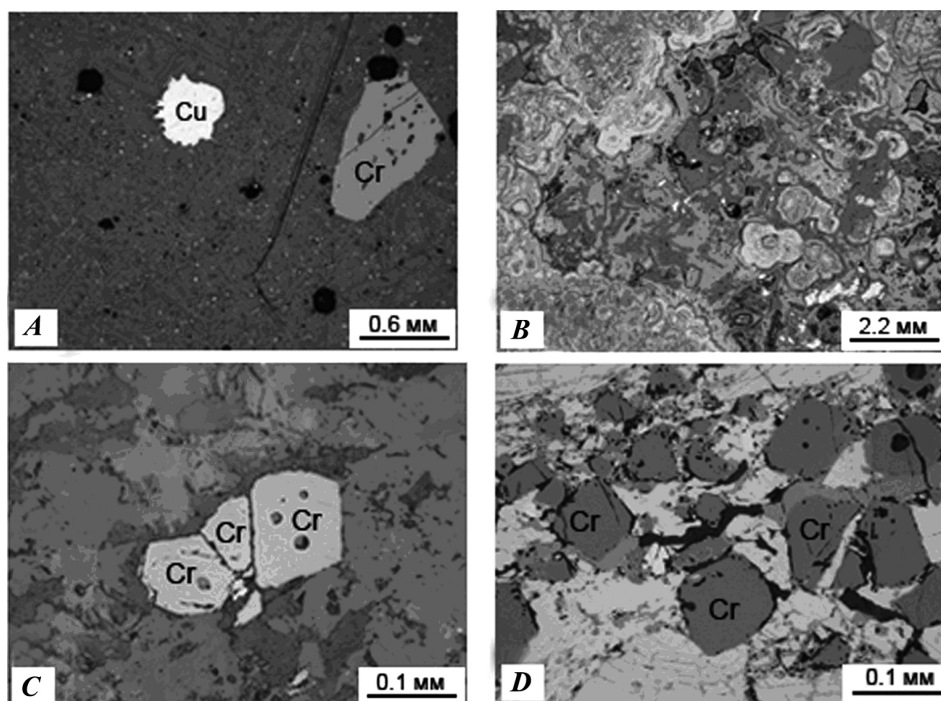


Рис. 6.9. Фотографии шлаков и руд Ишкининского археологического микро-района (отраженный свет). Фото В.В. Зайкова.

А – шлак с включениями хромитов и королек меди, обр. Ish-1; В – малахит-гетитовая руда почковидной текстуры, обр. ТЗ-А; С – сростки кристаллов хромитов в малахит-гетитовой руде; D – включения хромитов в массивной халькопирит-пирроотиновой руде

В шести образцах шлаков выявлены и исследованы 17 зерен хромитов (табл. 6.3, 6.4). Зерна имеют размер 0,1–0,6 мм, форма их определяется либо гранями октаэдра, либо округлая и оскольчатая (см. рис. 6.9-А). Хромиты в шлаках распределены равномерно. Состав хромитов в шлаках (см. табл. 6.3). Большинство зерен (№ 1, 2, 4, 8, 9, 11, 14–17) имеют содержания (мас. %): Cr_2O_3 48,6–52,3; Al_2O_3 13,8–18,6; MgO 8,6–12,7; FeO 18,2–24,3. Треть зерен относится к типам II и III и имеют, соответственно, содержания Cr_2O_3 53–56 и 59–60 %.

Малахитсодержащие руды сложены концентрически зональными агрегатами малахита (см. рис. 6.9-В). Хромиты в них наблюдаются в виде одиночных кристаллов, либо их сростков (см. рис. 6.9-С). Вмещающей средой являются карбонатизированные и оталькованные породы. Для сульфидных руд характерно большее разнообразие морфологии хромитов, образующих одиночные кристаллы и скопления (см. рис. 6.9-Д).

Таблица 6.3

**Результаты анализа хромшпинелидов из шлаков
Ишкининского археологического микрорайона**

№ образца	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %						Сумма, %
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂	
Ish-1	1	17503 a	49,76	18,66	12,78	18,74	–	–	99,94
		17503 b	51,53	16,92	12,03	19,41	–	–	99,88
		17503 c	47,68	19,04	11,41	21,72	–	0,16	100,01
		17503 d	48,60	19,57	12,80	18,88	–	0,19	100,04
		Среднее	49,39	18,55	12,26	19,69	–	0,09	99,97
	2	17503 e	48,11	18,76	11,33	21,40	–	–	99,60
		17503 f	50,69	17,50	12,75	18,92	–	0,18	100,04
		17503 g	49,00	19,41	11,76	19,52	–	0,18	99,87
		Среднее	49,27	18,56	11,95	19,95	–	0,12	99,84
	3	17503 h	57,13	9,27	8,38	24,97	–	0,18	99,94
		Среднее	57,13	9,27	8,38	24,97	–	0,18	99,94
	4	17503 i	50,71	17,50	12,49	19,17	–	0,18	100,05
		Среднее	50,71	17,50	12,49	19,17	–	0,18	100,05
	5	17505 b	61,12	9,01	11,15	18,65	–	0,07	100,01
		17505 c	60,21	8,94	11,43	19,07	–	0,12	99,77
		17505 d	60,27	8,94	11,44	19,09	–	0,12	99,86
		17505 e	60,43	8,92	9,83	20,69	–	0,08	99,95
		17505 f	60,07	9,20	10,75	19,99	–	0,01	100,02
		Среднее	60,42	9,00	10,92	19,50	–	0,08	99,92
	6	17506 a	55,92	12,01	10,26	21,80	–	0,05	100,04
		17506 b	56,52	12,57	11,85	18,83	–	0,10	99,87
		17506 c	55,41	12,01	8,79	23,68	–	0,06	99,95
		Среднее	55,95	12,20	10,30	21,44	–	0,07	99,95
	Ish-A2-1	1	1	60,02	8,21	8,38	22,08	–	0,11
2			60,65	8,30	7,36	21,71	–	0,09	98,12
3			59,50	8,34	8,21	22,99	0,14	0,13	99,46
4			59,78	8,11	7,69	22,73	–	0,11	98,41
5			60,06	8,71	7,95	22,11	0,13	0,12	99,07
6			60,13	8,26	7,87	22,85	–	0,13	99,24
Среднее			60,02	8,32	7,91	22,41	0,04	0,11	98,85
Ish-A2-3-1	1	1	52,26	15,07	7,92	23,46	–	0,07	98,78
		2	51,76	15,18	9,52	22,37	0,11	0,13	99,06
		3	51,81	14,98	9,72	22,25	–	0,08	98,85
		4	52,59	14,61	9,30	22,43	–	0,14	99,07
		5	52,98	15,09	8,94	21,68	–	0,09	98,78
		6	52,47	15,14	8,69	22,46	–	0,09	98,85
		Среднее	52,31	15,01	9,02	22,44	0,02	0,10	98,90

Продолжение табл. 6.3

№ образца	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %						Сумма, %
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂	
Ish-A2-3-1	2	7	48,84	19,44	12,63	17,47	–	0,16	98,54
		8	48,91	19,48	12,71	17,28	–	0,20	98,58
		9	49,16	19,63	12,62	16,90	–	0,19	98,49
		11	49,03	19,34	12,48	17,22	–	0,16	98,24
		12	50,28	18,79	12,94	17,58	–	0,15	99,74
		Среднее	49,25	19,43	12,70	17,24	–	0,17	98,78
Ish-A2-3-2	1	1	52,10	17,07	11,63	18,25	–	0,08	99,13
		2	51,92	16,85	11,73	18,22	–	0,08	98,81
		3	52,61	17,21	11,41	18,13	–	0,05	99,41
		4	54,69	16,38	11,14	18,17	–	0,08	100,45
		5	53,93	15,70	11,26	18,36	–	0,08	99,33
		6	54,55	15,81	10,70	18,33	–	0,06	99,45
		Среднее	53,30	16,50	11,31	18,24	–	0,07	99,43
	2	7	51,44	14,65	7,97	24,33	0,11	0,10	98,77
		8	51,36	14,32	7,95	23,74	0,12	0,08	97,75
		9	52,24	15,44	8,40	23,43	–	0,07	99,72
		10	52,02	14,16	8,27	24,53	0,10	0,08	99,29
		11	53,06	13,89	8,61	23,38	0,10	0,07	99,21
		12	51,92	14,09	7,38	25,31	–	0,17	99,00
		Среднее	52,01	14,43	8,10	24,12	0,07	0,10	98,96
Ish-A2-3-3	1	1	59,20	9,54	9,04	20,78	0,10	0,13	98,80
		2	59,46	9,51	9,09	20,48	0,12	0,11	98,76
		3	60,52	9,36	9,19	20,44	–	0,11	99,63
		4	59,25	8,95	9,47	20,58	0,10	0,14	98,50
		5	59,70	9,87	9,01	20,99	0,14	0,12	99,81
		6	60,54	9,51	8,95	20,05	0,10	0,11	99,27
		Среднее	59,78	9,46	9,13	20,55	0,09	0,12	99,13
	2	7	52,90	15,50	12,16	17,42	–	0,10	98,07
		8	54,49	15,44	12,13	17,00	–	0,09	99,14
		9	53,63	15,24	12,24	17,52	–	0,08	98,70
		10	53,46	15,65	12,22	18,00	–	0,07	99,41
		11	54,11	15,60	12,02	17,49	–	0,07	99,29
		12	54,08	15,59	11,78	18,07	–	0,08	99,59
		Среднее	53,78	15,50	12,09	17,58	–	0,08	99,03
KV-1	1	1	48,15	16,81	10,46	22,70	–	0,30	98,41
		2	48,88	16,91	9,94	22,45	–	0,30	98,49
		3	48,45	17,31	10,51	22,37	–	0,30	98,92
		4	48,70	16,73	11,07	22,25	–	0,29	99,04
		5	48,84	17,00	10,02	22,31	–	0,31	98,48
		6	48,79	17,09	9,46	22,11	–	0,32	97,77
		Среднее	48,64	16,98	10,24	22,37	–	0,30	98,52

Окончание табл. 6.3

№ образца	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %						Сумма, %
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂	
KV-1	2	7	48,66	15,44	8,72	23,53	–	0,22	96,56
		8	49,10	15,78	8,49	23,46	–	0,22	97,06
		9	50,41	15,22	9,14	24,71	–	0,22	99,70
		10	49,20	15,24	8,90	24,61	–	0,20	98,16
		11	49,36	15,36	8,20	24,48	–	0,20	97,59
		12	49,05	15,86	8,99	25,08	–	0,20	99,19
		Среднее	49,30	15,48	8,74	24,31	–	0,21	98,04
	3	13	47,80	16,29	9,39	25,56	–	0,19	99,24
		14	47,61	13,76	8,23	27,86	0,10	0,25	97,82
		15	50,61	15,24	8,74	24,52	0,08	0,17	99,37
		16	50,30	15,41	8,74	24,96	–	0,20	99,61
		17	50,45	16,15	8,11	24,32	0,06	0,21	99,30
			Среднее	49,35	15,37	8,64	25,44	0,05	0,20
	4	18	50,50	13,66	9,12	24,84	0,06	0,18	98,35
		19	51,06	14,24	8,03	25,31	0,06	0,21	98,90
		20	49,52	14,12	9,18	24,67	0,08	0,19	97,76
		21	49,28	13,16	7,93	27,33	0,06	0,23	97,99
			Среднее	50,09	13,79	8,56	25,54	0,06	0,20
Руды	1-h1	49,97	18,90	13,11	15,93	0,02	0,02	97,95	
	1-h2	54,41	14,52	11,40	18,99	–	0,02	99,34	
	1-d1	54,43	12,84	10,42	21,81	0,11	0,31	99,92	
	1-h3	59,10	10,52	8,24	21,98	0,05	–	99,89	
	1-d2	59,35	9,80	10,96	19,61	0,18	0,15	100,05	
	1-chr1	58,25	8,85	13,10	17,66	0,30	0,22	98,38	
	1-сруг	51,76	13,05	9,03	25,12	0,35	0,29	99,60	

Примечания:

1. Анализы выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе РЭММА-202М (аналитик В.А. Котляров. Обр. Ish-1) и на микрозондовом анализаторе JEOL-733 (аналитик Е.И. Чурин).

2. Соответствие анализов зерен из шлаков и пород и руд: зерна 1, 2, 4 (обр. Ish-1) соответствуют 1-h1, 1-сруг; зерна 3, 6 – 1-h2 и 1-d1, зерно 5 – 1-h3, 1-d2 и 1-chr1

Сравнение состава хромитов из шлаков и малахитсодержащих руд а также с вмещающими тальк-карбонатными породами (табл. 6.5–6.6) показало следующее. Прежде всего обращает на себя внимание большое разнообразие состава минерала, охватывающего диапазон 44–61 % Cr₂O₃. В шлаках выделяются следующие группы составов (мас. %): 47–50; 50–55; 59–61. Это близко к хромитам из окисленных руд и вмещающих тальк-карбонатных пород. Наряду с этим в малахитсодержащих рудах заметно более высокая концентрация MnO (0,3–0,8 %) и TiO₂ (0,1–0,9 %). Сульфидные руды отличаются от

Таблица 6.4

Состав хромитов из шлаков Ишкининского археологического микрорайона

№ образца	№ зерна	Группа состава	Кол-во анализов	Содержание, мас. %						Сумма, %
				Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂	
Ish-1	1	I	4	49,39	18,55	12,26	19,69	–	0,09	99,97
	2	I	3	49,27	18,56	11,95	19,95	–	0,12	99,84
	3	II	1	57,13	9,27	8,38	24,97	–	0,18	99,94
	4	I	1	50,71	17,50	12,49	19,17	–	0,18	100,05
	5	III	5	60,42	9,00	10,92	19,50	–	0,08	99,92
	6	II	3	55,95	12,20	10,30	21,44	–	0,07	99,95
Ish-A2-1	7	III	6	60,02	8,32	7,91	22,41	0,04	0,11	98,85
Ish-A2-3-1	8	I	6	52,31	15,01	9,02	22,44	0,02	0,10	98,90
	9	I	6	49,25	19,43	12,70	17,24	–	0,17	98,78
Ish-A2-3-2	10	II	6	53,30	16,50	11,31	18,24	–	0,07	99,43
	11	I	6	52,01	14,43	8,10	24,12	0,07	0,10	98,96
Ish-A2-3-3	12	III	6	59,78	9,46	9,13	20,55	0,09	0,12	99,13
	13	II	6	53,78	15,50	12,09	17,58	–	0,08	99,03
KV-1	14	I	6	48,64	16,98	10,24	22,37	–	0,30	98,52
	15	I	6	49,30	15,48	8,74	24,31	–	0,21	98,04
	16	I	5	49,35	15,37	8,64	25,44	0,05	0,20	99,07
	17	I	4	50,09	13,79	8,56	25,54	0,06	0,20	98,25

Примечания: 1. Анализы выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе РЭММА-202М (аналитик В.А. Котляров, обр. Ish-1) и на микрозондовом анализаторе JEOL-733 (аналитик Е.И. Чурин).

2. Материал из раскопок В.В. Ткачева

Таблица 6.5

**Результаты рентгено-спектрального анализа хромитов
из окисленных медных руд Ишкининского месторождения**

№ образца	Тип руд	№ анализа	Содержание, мас. %						Сумма, %	
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂		V ₂ O ₅
ТЗ	Азурит-малахитовые	2a	50,60	15,01	10,66	23,10	0,38	0,25	0,00	99,99
		2b	50,65	15,46	10,70	23,37	0,32	0,26	0,00	100,77
		2c	50,21	15,46	10,53	23,73	0,40	0,29	0,00	100,61
		Среднее	50,49	15,31	10,63	23,40	0,37	0,27	0,00	100,46
		3a	49,87	15,44	10,14	24,40	0,41	0,33	0,00	100,6
		3b	48,72	15,87	9,93	25,26	0,44	0,30	0,00	100,51
		3c	44,85	14,63	7,99	32,68	0,42	0,35	0,00	100,91
		Среднее	47,81	15,31	9,35	27,45	0,42	0,33	0,00	100,67
		4a	46,71	17,70	9,23	25,97	0,44	0,32	0,00	100,37
		4b	45,28	17,86	9,01	26,50	0,48	0,31	0,00	99,43
		4c	47,48	17,23	9,38	26,03	0,37	0,31	0,00	100,8
		Среднее	46,49	17,60	9,21	26,17	0,43	0,31	0,00	100,2
		5a	48,83	16,27	9,93	24,67	0,41	0,30	0,00	100,4
		5b	47,40	15,98	9,33	25,63	0,40	0,28	0,00	99,03
		5c	48,94	15,50	10,22	23,65	0,40	0,28	0,00	98,99
		Среднее	48,39	15,92	9,83	24,65	0,40	0,29	0,00	99,48
		6a	50,61	14,78	10,66	22,41	0,43	0,29	0,00	99,16
		6b	50,72	13,71	10,14	23,22	0,38	0,30	0,00	98,48
6c	49,34	14,32	8,87	26,28	0,43	0,30	0,00	99,53		
Среднее	50,22	14,27	9,89	23,97	0,41	0,29	0,00	99,06		

Продолжение табл. 6.5

№ образца	Тип руд	№ анализа	Содержание, мас. %							Сумма, %
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅	
ТЗа	Азурит - малахитовые	2	53,24	14,61	10,79	21,61	0,00	0,00	0,00	100,25
		3	53,41	14,76	10,00	23,31	0,00	0,00	0,00	101,48
		4	54,33	14,19	12,07	20,40	0,00	0,00	0,00	100,99
		Среднее	53,66	14,52	10,95	21,77	0,00	0,00	0,00	100,91
		5	50,49	13,38	8,73	25,60	0,00	0,00	0,00	98,20
		6	51,62	14,67	8,19	26,93	0,00	0,00	0,00	101,41
		7	50,62	14,58	8,63	26,34	0,00	0,00	0,00	100,17
		8	51,08	14,01	9,26	25,86	0,00	0,00	0,00	100,21
		Среднее	50,95	14,16	8,70	26,18	0,00	0,00	0,00	100,00
		9	52,95	12,15	8,30	25,81	0,00	0,00	0,00	99,21
		10	51,72	12,72	8,54	25,38	0,00	0,00	0,00	98,36
		11	52,78	12,79	8,64	25,05	0,00	0,00	0,00	99,26
		13	53,94	12,13	8,35	25,36	0,00	0,00	0,00	99,78
		14	53,32	12,56	9,06	25,19	0,00	0,00	0,00	100,13
		15	52,14	12,21	8,53	25,18	0,00	0,00	0,00	99,06
Среднее	52,81	12,43	8,57	25,50	0,00	0,00	0,00	99,30		
ТЗ-2-1	Азурит-малахитовые	1371	56,57	11,45	9,95	21,26	0,58	0,12	0,00	99,93
		1371a	56,56	10,57	9,72	21,76	0,39	0,15	0,00	99,15
		Среднее	56,57	11,01	9,84	21,51	0,49	0,14	0,00	99,56
ТЗ-2-2	Азурит-малахитовые	1	52,80	12,93	10,78	23,31	0,00	0,30	0,00	100,12
		2	52,10	12,76	9,68	23,62	0,49	0,44	0,00	99,09
		3	51,02	12,21	9,13	23,18	0,41	0,20	0,00	96,05
		4	49,94	13,89	7,17	29,14	0,45	0,29	0,00	100,88

Продолжение табл. 6.5

№ образца	Тип руд	№ анализа	Содержание, мас. %						Сумма, %	
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂		V ₂ O ₅
ТЗ-2-2	Азурит-малахитовые	5	49,56	13,92	7,13	28,53	0,38	0,36	0,00	99,88
		6	51,07	13,69	8,82	26,42	0,00	0,37	0,00	100,37
		7	50,23	13,45	8,74	25,87	0,41	0,29	0,00	98,99
		8	50,83	13,03	8,78	25,83	0,48	0,23	0,00	99,18
		9	50,73	13,70	7,70	27,85	0,37	0,26	0,00	100,61
		Среднее	50,92	13,29	8,66	25,97	0,33	0,30	0,00	99,47
ТЗ-2-3	Азурит-малахитовые	1	50,93	14,16	9,35	25,86	0,49	0,37	0,00	101,16
		2	51,68	13,95	10,01	24,23	0,41	0,25	0,00	100,53
		3	51,32	13,91	10,31	23,28	0,00	0,26	0,00	99,08
		4	51,25	13,18	8,38	26,22	0,00	0,33	0,00	99,36
		5	53,01	13,06	9,77	24,81	0,49	0,23	0,00	101,37
		Среднее	51,63	13,65	9,56	24,88	0,28	0,29	0,00	100,3
ТЗ-3-1	Малахит-гегитовые	1368	51,59	12,56	7,27	27,45	0,39	0,65	0,00	99,91
		1368a	51,58	12,22	6,38	28,82	0,51	0,33	0,00	99,84
		1368b	50,67	13,04	6,58	28,25	0,59	0,81	0,00	99,94
		1368c	51,07	13,78	7,19	26,77	0,53	0,56	0,00	99,90
		1368d	50,97	14,21	7,97	26,38	0,43	0,00	0,00	99,96
		1368e	50,51	14,33	7,64	25,94	0,65	0,85	0,00	99,92
		Среднее	51,07	13,36	7,17	27,27	0,52	0,53	0,00	99,92

Окончание табл. 6.5

№ образца	Тип руд	№ анализа	Содержание, мас. %							Сумма, %
			Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅	
ТЗ-3-2	Малахит-гетитовые	1368f	47,30	14,38	6,73	29,94	0,59	1,04	0,00	99,98
		1368g	45,53	14,19	7,67	29,15	0,60	1,34	1,45	99,93
		1368h	46,06	14,90	7,35	28,42	0,65	1,20	1,22	99,80
		1368i	48,39	13,52	6,51	28,53	0,84	0,87	1,25	99,91
		1368j	48,90	14,04	8,41	27,30	0,65	0,63	0,00	99,93
		1368k	47,04	14,50	7,82	27,59	0,88	0,89	1,19	99,91
		1368l	45,63	15,10	6,68	29,08	1,20	0,78	1,45	99,92
		1368m	46,59	15,16	6,74	29,82	0,71	0,94	0,00	99,96
		1368n	45,30	14,85	6,20	30,12	1,13	1,04	1,32	99,96
	Среднее	46,75	14,51	7,12	28,89	0,81	0,97	0,88	97,63	
ТЗ-3-3	Малахит-гетитовые	1368o	48,36	14,09	8,06	27,42	0,96	1,01	0,00	99,90
		1368p	49,68	13,86	7,77	26,92	0,61	1,04	0,00	99,88
		1368q	48,90	13,34	7,45	28,50	0,80	0,93	0,00	99,92
		Среднее	48,98	13,76	7,76	27,61	0,79	0,99	0,00	99,89
ТЗ-3-4	Малахит-гетитовые	1368r	51,66	12,30	7,86	26,40	0,93	0,82	0,00	99,97
		1368s	52,17	12,13	8,25	26,22	0,56	0,65	0,00	99,98
		1368t	51,53	13,03	8,48	26,11	0,76	0,03	0,00	99,94
		Среднее	51,79	12,49	8,2	26,24	0,75	0,5	0,00	99,97
ТЗ-3-5	Малахит-гетитовые	1368u	47,56	14,92	7,99	27,56	0,89	1,00	0,00	99,92
		1368v	47,08	15,65	8,29	26,78	0,80	1,34	0,00	99,94
		1368w	47,57	15,16	8,40	27,37	0,79	0,62	0,00	99,91
		1368x	49,62	13,34	8,75	26,69	0,79	0,75	0,00	99,94
		1368y	47,96	13,92	8,53	26,85	0,78	1,01	0,87	99,92
		1368z	46,72	14,82	7,88	27,14	1,03	0,83	1,48	99,90
		Среднее	47,75	14,6	8,31	27,07	0,85	0,93	0,4	99,91

Примечание. Анализы выполнены на электронных микроскопах JEOL-733 (оператор Е.И. Чурин); РЭММА-202М (оператор В.А. Котляров)

Таблица 6.6

**Состав хромитов из окисленных медных руд и рудовмещающих
талк-карбонатных пород Ишкининского археологического микрорайона**

№ обр.	№ зерна	Кол-во анал.	Группа состава	Содержание, мас. %							Сумма, %
				Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	ΣFeO	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅	
Азурит-малахитовые руды											
ТЗ	1	3	I	50,49	15,31	10,63	23,40	0,37	0,27	–	100,46
	2	3	I	47,81	15,31	9,35	27,45	0,42	0,33	–	100,67
	3	3	I	46,49	17,60	9,21	26,17	0,43	0,31	–	100,20
	4	3	I	48,39	15,92	9,83	24,65	0,40	0,29	–	99,48
	5	3	I	50,22	14,27	9,89	23,97	0,41	0,29	–	99,06
Т3а	6	3	II	53,66	14,52	10,95	21,77	–	0,00	–	100,91
	7	4	II	50,95	14,16	8,70	26,18	–	–	–	100,00
	8	6	II	52,81	12,43	8,57	25,50	–	–	–	99,30
ТЗ-2-1	9	2	II	56,57	11,01	9,84	21,51	0,49	0,14	–	99,56
ТЗ-2-2	10	9	I	50,92	13,29	8,66	25,97	0,33	0,30	–	99,47
ТЗ-2-3	11	5	I	51,63	13,65	9,56	24,88	0,28	0,29	–	100,30
Малахит-гетитовые руды											
ТЗ-3-1	12	6	I	51,07	13,36	7,17	27,27	0,52	0,53	–	99,92
ТЗ-3-2	13	9	I	46,75	14,51	7,12	28,89	0,81	0,97	0,88	97,63
ТЗ-3-3	14	3	I	48,98	13,76	7,76	27,61	0,79	0,99	–	99,89

Окончание табл. 6.6

№ обр.	№ зерна	Кол-во анал.	Группа состава	Содержание, мас. %							Сумма, %	
				Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	ΣFeO	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅		
T3-3-4	15	3	I	51,79	12,49	8,20	26,24	0,75	0,50	–	99,97	
T3-3-5	16	6	I	47,75	14,60	8,31	27,07	0,85	0,93	0,40	99,91	
6а	22	6	III	59,52	11,58	12,84	15,53	0,49	–	–	99,96	
7а	23	8	III	61,37	9,74	12,68	15,64	0,46	0,04		99,94	
8а	24	4	III	59,47	10,68	12,69	16,33	0,40	–	–	99,57	
9а	25	4	II	54,09	9,94	9,31	25,95	0,36	–	–	99,97	
Рудовмещающие тальк-карбонатные породы												
1а	17	4	I	50,08	13,64	10,48	24,34	0,37	0,15	0,30	99,68	
2а	18	8	II	52,51	9,69	8,35	27,56	0,39	0,29	0,24	99,40	
3а	19	3	II	52,27	12,41	9,76	25,17	0,22	0,29	0,04	100,27	
4а	20	7	II	53,68	10,72	9,23	26,12	0,21	0,23	–	100,36	
5а	21	6	III	59,42	11,39	12,63	16,16	0,87	–	–	100,47	

Примечание. Анализы T3-2-1, T3-3-1, T3-3-2, T3-3-3, T3-3-4, T3-3-5 выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе РЭММА-202М (оператор В.А. Котляров), остальные на приборе JEOL-733 (оператор Е.И. Чурин)

азурит-малахитовых и малахит-гетитовых разностей по узкому интервалу концентраций Cr_2O_3 49–52 % [Зайков и др., 2009]. Причина разнообразия исследуемого минерала, видимо, заключается в том, что руды развиты по меланжированным гипербазитам, в которых сочетались блоки различных пород с разным составом хромитов.

Выводы

1. В Ишкининском археологическом микрорайоне в бронзовом веке действовали рудники по добыче медных руд. На основании исследования их отвалов установлено три этапа разработки, в перерывах между которыми формировались погребенные почвы.

2. Проведенный анализ медных руд показал их принадлежность к разновидностям, образовавшимся по разнообразным гипербазитам, о чем свидетельствуют включения хромитов и повышенные содержания никеля.

3. Сопоставление состава хромитов из руд и шлаков свидетельствует об их идентичности: большинство хромитов имеют содержание Cr_2O_3 45–52 %. Это свидетельствует об использовании палеометаллургами руд Ишкининского месторождения.

4. В медных корольках шлаков установлено присутствие сульфидов меди, а также фосфидов железа с повышенным содержанием никеля. Данное обстоятельство подкрепляет точку зрения о начале использования в бронзовом веке на Урале сульфидных руд.

5. В итоге установлены геохимические и минералогические критерии использования медных руд, приуроченных к гипербазитам, что является актуальным для оценки минерально-сырьевой базы древних обществ.

6. Важной задачей дальнейших исследований является оценка распространения хромитосодержащих шлаков в регионе и анализ хромитов для определения источников медных руд на различных поселениях.

6.3. Хромитсодержащие шлаки и руды археологического микрорайона Каменный Амбар

Археологический микрорайон Каменный Амбар располагается в бассейне р. Карагайлы-Аят, в Карталинском районе, Челябинской области (рис. 6.10). Он включает одноименное укрепленное поселение эпохи бронзы, первоначально названное Ольгино, могильник Каменный Амбар-5 этого же времени [Епимахов, 2005] и несколько курганов «с усами» раннего средневековья. На территории микрорайона располагаются мелкие хромитовые месторождения, периодически разрабатывавшиеся до 2000 г. [Реестр..., 2000].

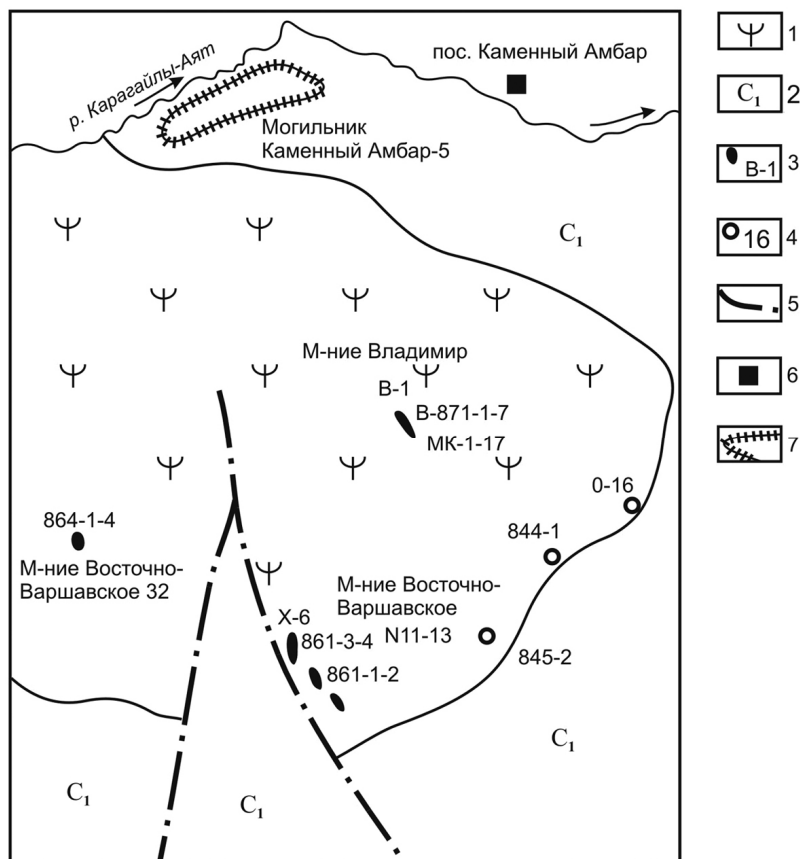


Рис. 6.10. Схема расположения археологических памятников и хромитовых месторождений в археологическом микрорайоне Каменный Амбар

Укрепленное поселение располагается на левом берегу реки, на надпойменной террасе [Зданович, Батанина, 2007]. Памятник никогда не распаивался, но его рельеф нарушен интенсивным выпасом скота. Фортификационные сооружения выглядят как оплывшие валы с каменными плитами. На аэрофотоснимках видна сложная картина внутреннего устройства памятника, включающая оборонительную стену, рвы и жилищные впадины.

В 2005–2010 гг. памятник изучался экспедицией Южно-Уральского госуниверситета и Института истории и археологии УрО РАН. При изучении культурного слоя в жилищных впадинах были выявлены шлаки с включениями хромитов, а также обломки медных хромитсодержащих руд. Поскольку в микрорайоне присутствуют месторождения аналогичного сырья, возникла задача сравнения хромитов из шлаков с минералами руд. Кроме того, в 50 км западнее поселения Каменный Амбар находится древний медный руд-

ник Воровская Яма, приуроченный к гипербазитам [Зайков и др., 2000]. Медные руды из этого карьера содержат хромшпинелиды, с которыми также проведено сравнение.

Были исследованы 5 образцов шлаков и 3 образца медьсодержащих руд, найденных в культурном слое поселения Каменный Амбар. Получена информация о составе хромитовых руд Варшавского рудного поля, расположенного в северной части микрорайона. Для сравнения выполнены анализы хромитов из древнего медного рудника Воровская Яма и других подобных месторождений на Южном Урале, а также шлаков из разных археологических памятников региона.

Хромиты шлаков

Шлаки имеют бурый цвет, стекловатую и полураскристаллизованную структуру и включают редкие медные корольки. Включения хромшпинелидов имеют прямоугольную и округлую форму размером до 1 мм; некоторые выделения окружены магнетитовой каймой. Большинство хромитов в шлаках имеют содержания (мас. %): Cr_2O_3 47,7–51,5; Al_2O_3 16,9–19,4; MgO 11,4–12,8; FeO 18,7–21,7; TiO_2 0–0,2. Включения 3, 6 имеют содержания (мас. %): Cr_2O_3 55,4–57,1; Al_2O_3 9,2–12,6; MgO 8,4–11,8; FeO 18,8–25,0. Включение 5 имеет содержания (мас. %): Cr_2O_3 60,1–61,1; Al_2O_3 12,0–12,6; MgO 9,8–11,4; FeO 18,8–23,7. Показательно присутствие в хромитах оксидов цинка, кобальта и никеля.

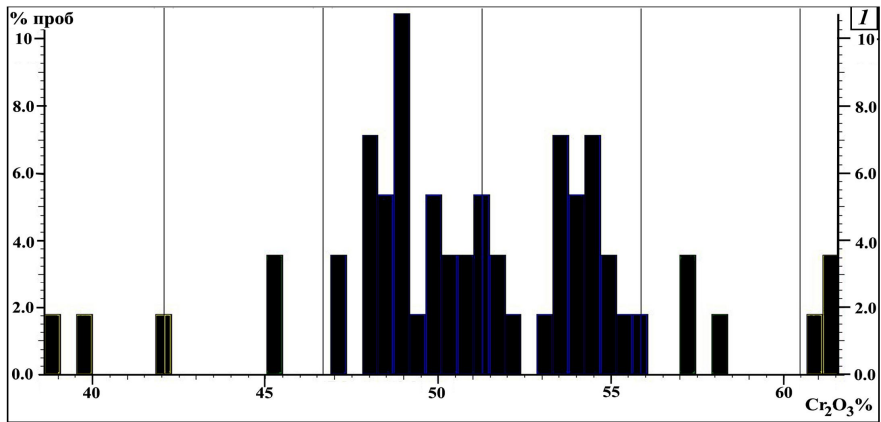
Хромиты из медных руд

Хромиты в обломках медных руд изучены в трех образцах. Состав их довольно выдержанный (мас. %): Cr_2O_3 47–52; Al_2O_3 9–15; MgO 4–9; FeO 24–31; TiO_2 0,2–0,3. В большинстве из них присутствуют оксиды никеля и кобальта.

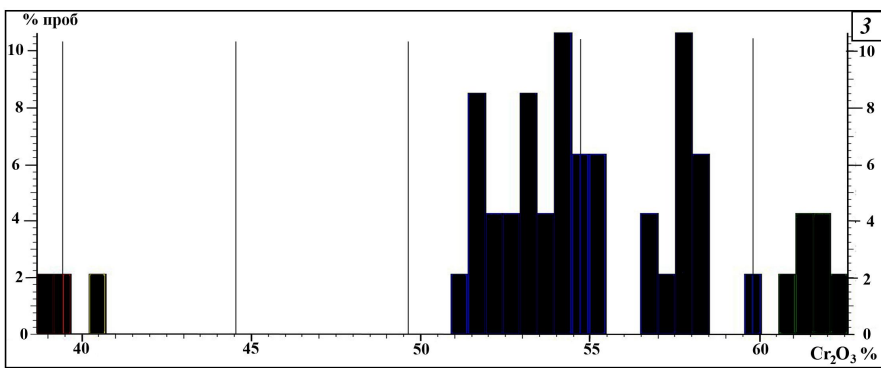
Ближайший рудник Воровская яма, в котором в бронзовом веке добывались медные руды, находится в 50 км западнее поселения Каменный Амбар. Характеристика его была дана в главе 4. Оруденение связано с гранатпироксеновыми породами, развитыми по гипербазитам и представлено малахитсодержащими корками и гнездами [Зайков и др., 2000]. В медных рудах установлены хромиты состава (мас. %): Cr_2O_3 47–51; Al_2O_3 17–19; MgO 4–13; FeO 17–26. В большинстве из них присутствует оксид цинка – 0,2–1,3 %.

Хромитовые руды

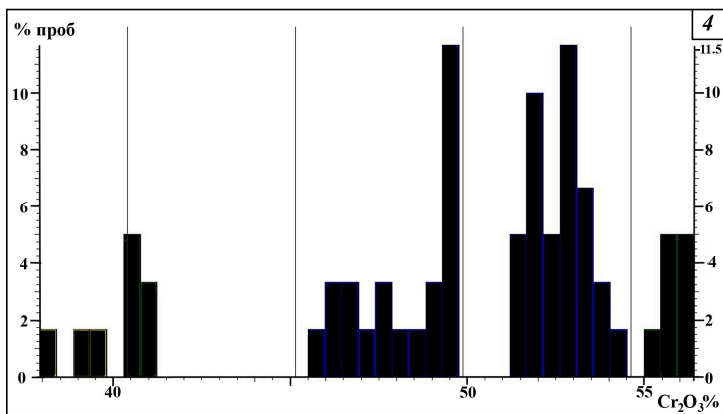
Месторождения и проявления хромитовых руд расположены в Восточно-Варшавском гипербазитовом массиве на правом берегу р. Карагайлы-Аят. Наиболее значительными являются месторождения Восточно-Варшавское и Владимир [Савельев и др., 2008]. Месторождения разрабатывались в 1930-е и 1990-е годы. Хромиты залегают среди серпентинизированных гарцбургитов, серпентинитов и тальк-карбонатных пород.



Каменный Амбар



Куйсак



Устье

Рис. 6.11. Гистограмма вариаций содержаний Cr_2O_3 в хромитах поселений северной группы (Каменный Амбар – 56 анализов; Куйсак – 47 анализов; Устье – 60 анализов)

На Восточно-Варшавском месторождении известно три основных рудных тела, имеющих номера 11, 12, 13. Они расположены цепочкой северо-западного простирания общей длиной 800 м и имеют пологое падение на юго-запад. Длина отдельных рудных тел составляет по простиранию 70–100 м, по падению оруденение прослежено до глубины 60 м. Форма рудного тела № 11 линзовидная с мощностью 1–20 м. Руды массивные крупнозернистые и густовкрапленные, содержание Cr_2O_3 составляет 25–38 %. Тела № 12 и № 13 характеризуются жильной формой с многочисленными пережимами и разветвлениями.

Для Восточно-Варшавского месторождения характерны две основные разности хромшпинелидов с содержаниями (мас. %):

1) Cr_2O_3 46–52; Al_2O_3 16–19; MgO 11–13; FeO 18–22; V_2O_5 0.1; MnO 0,2; TiO_2 0,1–0,4;

2) Cr_2O_3 38–42; Al_2O_3 21–27; MgO 10–12; FeO 21–30; MnO 0,1; TiO_2 0,3–0,7.

На месторождении Владимир (Варшавское 8) пластообразное рудное тело имеет мощность 5–6 м и сложено полосчатыми разностями. Тело имеет западное падение, а на выклинке падает на восток, слагая восточное крыло антиклинальной складки. В верхней части уступа карьера задокументирован разрез рудной пачки мощностью 0,6 м.

Полосчатые руды сложены двумя типами хромитов (мас. %):

1) Cr_2O_3 53–60; Al_2O_3 8–14; MgO 7–13; FeO 18–26;

2) Cr_2O_3 43–49; Al_2O_3 13–23; MgO 7–11; FeO 21–24; MnO 0,2; TiO_2 0,2.

6.4. Сопоставление хромитов из шлаков и руд «Страны городов»

До настоящего времени на включения хромитов в древних шлаках не обращалось особого внимания и описания их нам не известны, за исключением публикаций С.А. Григорьева и авторов [Григорьев и др., 2005, с. 208–232; Зауков et al., 2005, с. 111–113]. Имеется упоминание о присутствии хромитов в рудах из Кипра [Zwicker, 1990]. Следует ожидать выявления подобных включений в шлаках рудных районов, где использовались руды, залегающие в гипербазитах.

На Южном Урале гипербазиты с аксессуарным хромитом распространены в виде отдельных тел и линейных групп массивов практически повсеместно восточнее Главного Уральского разлома. Изучение археологических памятников показало присутствие включений хромитов в шлаках из восьми поселений (см. рис. 6.1). Предварительные минералого-геохимические исследования показали, что хромиты в шлаках южной группы археологических памятников (от Ишкиновки до Аркаима) близки между собой. В северной группе поселений (Куйсак, Каменный Амбар, Устье) хромиты в шлаках отличаются повышенными количествами цинка (0,2–1,3 % ZnO) и присутствием разностей с содержанием Cr_2O_3 38–42 %. Соответственно, эти памятники

могли иметь иной источник руд. Для выяснения этого вопроса необходимо продолжить изучение хромитов из шлаков, установленных на всех поселениях и в рудах древних рудников с применением современных методов микрозондовой и рентгеновской аппаратуры.

Глава 7. МИНЕРАЛЫ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

7.1. Минералы золота и серебра

Знакомство с рудами золота и сокровищами, которые археологи находят в степных курганах, начнем с перечня благородных металлов. К ним относятся золото, серебро и металлы платиновой группы (МПГ): платина, палладий, осмий, иридий, рутений, родий. Общее число минералов благородных металлов порядка 280 [Минералы..., 1986], но нас будут интересовать золотосодержащие и осмийсодержащие разновидности.

К минералам золота и серебра относятся самородное золото, электрум, кюстелит, самородное серебро. В названном ряду концентрация золота постепенно уменьшается. В практике ювелирного дела существует понятие «пробность», под которой подразумевается отношение содержания золота к сумме концентраций его и других примесей умноженное на 1000. Диапазон содержания серебра в золоте изученных артефактов охватывает практически всю шкалу – от самородного золота до кюстелита [Зайков и др., 2001]. Авторы пользуются границами разновидностей минералов, принятыми в справочнике [Минералы..., 1986]: золото – Au 100–66 % при содержании серебра менее 35 %; электрум – содержание золота 65–36 %, серебра 36–62 %, кюстелит – содержание золота 36–20 %, серебра 62–80 %. За кюстелитом следует самородное серебро. По пробности золото разделяется на семь типов, определяемых в промилле [Петровская, 1973]:

- весьма высокопробное – 999–951 ‰;
- высокопробное – 950–900 ‰;
- средней пробности – 899–800 ‰;
- низкопробное – 799–700 ‰;
- электрум – 699–400 ‰;
- кюстелит – 399–100 ‰;
- самородное серебро – менее 100 ‰.

На Южном Урале известно около 250 коренных и 1000 россыпных месторождений золота [Двести..., 1948; Золотоносность..., 2005; Сазонов и др., 2001]. Коренные месторождения представлены несколькими типами, главными

ми среди которых являются золото-кварцевые, золото-серпентинитовые и колчеданные. Наиболее полная информация имеется по последним. На гистограмме распределения составов в коренных месторождениях колчеданной формации выделяется шесть пиков [Викентьев, 2004], соответствующих различным составам: Au_5Ag , Au_4Ag , Au_3Ag , Au_2Ag , Au_3Ag_2 , $AuAg$. Подобная ситуация отмечена и для месторождений в кварцевых жилах и серпентинитах [Сазонов и др., 2001]. Влияние технологических приемов получения расплава с примесями меди и серебра обусловило изменение состава за счет увеличения содержаний этих элементов.

В россыпных месторождениях состав металла отражает исходный состав коренных месторождений, но в различной степени преобразованный процессами окисления. При этом наблюдается зональность зерен золота, которая заключается в выносе из их краевых частей серебра и обогащении золотом, вплоть до высокопробного (950–990). Это приводит к формированию самородков с аномально высокими концентрациями золота.

В золотых изделиях состав золота неоднороден и выделяются 4–5 дискретных групп, в целом соответствующих составу золота коренных месторождений. Наиболее четко это установлено для осмийсодержащих изделий из могильников Кичигино I и Филипповка-I, менее выразительно в изделиях из могильников Магнитный и Переволочан. Данные по составу предметов из остальных археологических памятников, в которых не обнаружены зерна осмия, единичны и не позволяют оценить общую картину распределения благородных металлов.

Содержание меди в природном золоте из коренных и россыпных источников обычно составляет 1–3 %, лишь в редких случаях в минерале аурикуприд среди золото-серпентинитовых руд оно поднимается до 30–40 % [Мурзин, 1983]. Месторождения такого типа в складчатых поясах уральского типа единичны. Это позволяет считать содержание меди более 3 % одним из признаков лигатуры. В некоторых исследованных образцах содержится 3–7 % меди, что является индикатором искусственных двойных сплавов $(Au+Ag) - (Cu)$.

7.2. Минералы платиноидов

В эту группу входят соединения платины с палладием и минералы осмия – иридия – рутения – родия. Минералы данного ряда являются твердыми растворами названных элементов, и для изображения их состава употребляются тройные диаграммы. Это самые тугоплавкие и самые тяжелые минералы, даже тяжелее золота: плотность платины 21,5, иридия – 22,7 г/см³. Для них, по сравнению с золотом (плавится при температуре 1063 °С), характерна чрезвычайно высокая температура плавления (°С): осмий 3050, рутений 2250, иридий 2410 [Политехнический..., 1976]. Физические свойства минералов

платиновой группы различны: если платина ковкая и в россыпях часто образует самородки, то осмий хрупкий и имеет спайность – тончайшие трещинки по одному или нескольким направлениям. По этой причине в россыпях он сильно измельчается и представлен микроскопическими обломками. Спутниками минералов платиновой группы (МПП) являются хромит, оливин, пироксен.

Рациональную номенклатуру минералов группы платины, отраженную на треугольных диаграммах, разработали Д. Харрис и Л. Кабри [Harris, Cabri, 1991]. На уральском материале уточнена принадлежность минералов к осмию рутениево-иридиевому и иридию платинистому, поля которых на диаграмме разделены полосой несмесимости твердых растворов [Минералы..., 1990; Кобяшев, Никандров, 2007].

Все эти минералы являются спутниками платины в коренных месторождениях и в россыпях складчатых поясов и установлены в Турции, Болгарии, Калифорнии, Канаде [Tsintsov, 2001]. Крупнейшей платиновой провинцией является Урал [Платинометальное..., 2001]. Таким образом, закономерно присутствие в золотых изделиях из россыпного материала складчатых поясов зерен осмия. Они практически не затронуты плавлением, испытали лишь деформации и расщепление при обработке золота, например, при ковке золотой фольги.

7.3. Месторождения золота и серебра

Познакомимся с типами месторождений, которые являлись объектами разработки в древние времена. Масштаб их был невелик, но все они содержали видимое золото. О типах и масштабе этих месторождений можно судить по золоторудным залежам, разрабатываемым в XIX и XX вв.: они имели запасы от нескольких до первых сотен тонн. В гигантах современной золотодобывающей промышленности, запасы которых исчисляются тысячами тонн, золото «невидимое». Они остались за рамками нашего рассмотрения.

Золото-кварцевые месторождения приурочены к зонам разломов, располагаются обычно в удалении от крупных гранитных массивов и часто связаны с дайками и малыми интрузиями различного состава. Рудовмещающими являются осадочные и вулканогенно-осадочные толщи складчатых поясов. Рудные тела представлены секущими и согласными с напластованием пород жилами различной морфологии, прожилково-вкрапленными зонами и минерализованными дайками. Распределение золота крайне неравномерное с образованием обогащенных участков, которые называются «рудными столбами», или «бананцами». Содержания золота в них достигают сотен и тысяч граммов на тонну руды при общей концентрации в жилах 5–10 г/т.

Жилы сложены кварцем с небольшим количеством сульфидов: пирита, халькопирита, арсенопирита, в качестве примесей обычны карбонаты (кальцит и анкерит). Размеры преобладающих выделений золота в разных месторождениях варьируются в широких пределах, но обычно месторождения отличаются наибольшим распространением крупного золота (несколько мил-

лиметров), включая самородки, и служат источником россыпей. Пробность золота преимущественно средняя и высокая (860–940), в россыпях происходит обогащение краевой каймы высокопробным металлом за счет выноса серебра. К важнейшим золотоносным провинциям с золото кварцевыми месторождениями относится Урал, в структурах которого известны месторождения Березовское, Тьелга, Наилы, Мечниковское.

Золото-полисульфидно-кварцевые месторождения связаны с гранитоидными и субвулканическими комплексами палеоостроводужных и древних окраинно-континентальных структур. Масштабы месторождений варьируются от мелких до крупных. Рудные тела представлены жилами и прожилково-вкрапленными жильными зонами, минерализованными дайками с сетчатым и лестнично-прожилковым окварцеванием. Распределение золота в рудных телах в целом более равномерное и устойчивое по сравнению с золото-кварцевым типом, среднее содержание золота 10–15 г/т. Минеральный состав руд преимущественно кварцевый с колебаниями средних содержаний сульфидов от 3–7 до 30–40 %. Наряду с обычными арсенопиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом, часто распространены сульфосоли и теллуриды различных металлов, в том числе висмута. Размеры выделений самородного золота в рудах изменяются в широких пределах, но обычно не превышают 2–3 мм, редко крупнее. Преобладающая пробность золота средняя (800–900) и высокая (900–950), в меньшей степени развито низкопробное золото (700). Установлено заметное (первые десятки единиц) изменение пробности в пределах одной ассоциации в зависимости от минерала-хозяина (пирита, галенита, халькопирита, блеклой руды). Наиболее известным месторождением этого типа на Южном Урале является Кочкарское возле г. Пласт.

Золото-колчеданно-полиметаллические месторождения относятся к классу колчеданных залежей, сложенных пиритом и сульфидами цветных металлов. Приурочены они к базальт-риолитовым вулканогенным толщам в разновозрастных островных дугах и океанических окраинах. Отложение руд происходило под толщей воды 2–4 км в устьях минерализованных источников. Сначала формировались сульфидные холмы высотой 30–100 м, которые при более поздних дислокациях деформировались и разрушались. Золото находится в рудоподводящих каналах и продуктах преобразования обломочных руд в самородном состоянии и в виде изоморфной (невидимой) примеси в сульфидах. Преобладающая пробность 800–900, размеры выделений иногда достигают 3–4 мм. Содержания золота низкие, порядка 0,5–5 г/т, но промышленную ценность обеспечивает большой объем руды в этих залежах. Месторождения данного типа развиты на Урале в Миасском и Баймакском рудных районах.

Месторождения золота и серебра зон окисления приурочены к верхним горизонтам сульфидных залежей. Здесь в поверхностных условиях формируется «железная шляпа», обогащенная золотом. Это образное название вполне соответствует действительности: залежи оксидов железа, или просто

ржавчины, покрывают первичные руды, как шляпа, выходя за их контуры. Мощности железных шляп обычно составляют первые метры, содержания золота 5–15 г/т. Под бурыми железняками во многих случаях образуется зона выщелачивания, представленная различными сыпучками: кварцевыми, баритовыми и др. И хотя мощность этих интервалов невелика – доли метра, первые метры – они очень богаты, содержания золота достигают десятков – сотен г/т. Именно с такими телами связаны месторождения зон окисления, разрабатывавшиеся в начальной стадии изучения рудных районов Южного Урала.

Россыпные месторождения золота обычно сопровождают коренные золоторудные поля. Длина россыпей от нескольких сотен метров до 1–3 км, реже 5 км, и лишь единичные россыпи прослеживаются на десятки километров. Ширина россыпей 20–60, реже 100–300 м, и совсем редко встречаются россыпи шириной 0,5–1 км. Металлоносный слой залегает у контакта с коренными породами (плотиком) или выше пропластка глин (ложного плотика). Глубина залегания продуктивного слоя весьма разнообразна: от 1–2 до 10–20 м, в редких случаях – 60 м. По условиям залегания выделяются россыпи, связанные с руслами рек, поймами, террасами, долинами, межгорными впадинами. Освоение многих регионов начиналось в древности со сбора самородков и разработки россыпей. Характерной особенностью россыпного золота является появление высокопробной каймы, обусловленной выносом серебра из краевой части золотин. В древних россыпях золото может быть полностью преобразовано в высокопробную субстанцию.

Признаки добычи золота из россыпных месторождений в древности не сохраняются, так как эти следы уничтожаются разливами рек или добычей в более поздние эпохи, тем не менее, о древних разработках свидетельствуют находки в речных долинах каменных кувалд, бронзовых кирок и др. [Двести..., 1948].

Самородки золота. Большинство коренных месторождений содержит золото двух модификаций: тонкодисперсное, связанное с ранними сульфидами, и видимое, более крупных фракций, выделившееся в конце рудного процесса. Позднее золото осаждается вдоль контактов жил с боковыми породами, концентрируется в изгибах и разветвлениях жил. Богатые гнездовидные образования золота встречаются в зонах дробления и смятия пород, в участках трещиноватости или пересечения жил разного направления. В участках скоплений видимого золота, называемых кустами, часто отмечаются самородки. Их отложению способствует наличие свободных полостей, обрамленных кристаллами кварца, или трещин разрыва, образующихся при рудообразовании. На Урале, богатейшей «самородковой» провинции, выделяется уникальный Миасский район, в котором кустовые скопления золота наблюдались в верхних частях многих кварцевых жил. Самый крупный самородок имеет название «Большой треугольник» и весит 36,02 кг. Подавляющее количество самородков концентрируется в долинах рек, и это закономерно. Рос-

сыпи, в течение тысячелетий собиравшие золотишки и самородки из огромных масс разрушавшихся коренных пород, сыграли роль терпеливого собирателя и надежного хранителя отпрепарированного свободного от породы золота. Расстояние, на которое переносятся самородки и золотины, зависит от их крупности и форм рельефа, уклона русла и силы водного потока, а также от характера плотика, западины которого служат хорошими ловушками для мелкого золота и самородков.

7.4. Месторождения платиноидов

Коренными источниками платины являются месторождения, из которых они извлекаются попутно с основными компонентами, главным образом хромитами. Минеральный состав рудных тел представлен хромшпинелидом, оливином, небольшим количеством сульфидов. Часть металлов платиновой группы фиксируется в минеральной форме, где преобладают минералы класса твердых растворов (Os, Ir, Ru, Rh). Размеры выделений платиновых металлов, часто именуемых платиноидами, – от долей мм до 1–2 см, редко крупнее. Такие источники минералов МПГ известны на Урале и Кипре, в Греции и Турции, Сербии и Испании. В уникальных месторождениях запасы платиноидов превышают 50 т, а крупные содержат 5–50 т.

Осмиевая минерализация в альпинотипных гипербазитах Южного Урала

В платиносодержащей хромитовой формации Южного Урала выделены нуралинский, кракинский, кемпирсайский и шандашинский типы платиноидной минерализации [Платинометальное..., 2004]. С этими объектами постоянно ассоциируют золоторудные проявления.

Нуралинский рутений-осмиево-иридиевый тип характеризует краевые полосчатые гарцбургитовые и дунитовые зоны. Он связан со среднехромистыми железистыми низкотитанистыми акцессорными хромшпинелидами. Специализация хромит-платиноидных руд определяется тугоплавкими платиноидами ранних ассоциаций и одновременно содержит следы поздней трансформации альпинотипных комплексов. В 1991 г. при исследовании руд Приозерного хромитопроявления, открытого С.В. Смирновым в северной части Нуралинского массива, Ю.А. Волченко выявлена разнообразная платиноидная минерализация. Содержание платиноидов в густовкрапленных рудах (в г/т): осмий (7,0), рутений (1,3), иридий (1,0). Собственные минералы платиноидов относятся к ряду лаурит-эрлихманит, а также представлены многокомпонентными твердыми растворами Os, Ir, Ru. Размеры выделений варьируют от 5 до 120 мкм, среднее значение 25 мкм. Более поздние работы Дж. Гриеко с соавторами привели к выявлению на контакте дунит-верлит-пироксенитового комплекса с молодыми габбро зоны хромитоносного и пла-

тиноносного полосчатого комплекса. Выделены и опробованы три слойка хромититов мощностью от 5–10 см до 3 м. Главными минералами платиновых металлов являются лаурит-эрлихманит, хизлевудит, осмиево-рутениево-железные сплавы и пентландит рутенийсодержащий.

К нуралинскому типу относится проявление лаурита, выявленное В.В. Зайковым в Восточно-Варшавском гипербазитовом массиве в Зауралье. Лаурит образует округлые выделения поперечником 3–5 мкм в хромитах. Состав (мас. %): Ru 35–37; Os 13–15; Ir 10; S 35. Содержит кристаллики размером 0,5–1 мкм состава (мас. %): Ru 8; Ir 46–48; Rh 9; Ni 6–7; Cu 1,6.

Кракинский иридиево-осмиево-рутениевый тип связан с лерцолит-гарцбургитовыми разрезами альпинотипных комплексов. Специализация этого типа определяется тугоплавкими платиноидами. Парагенезис минералов представлен многокомпонентными твердыми растворами и интерметаллидами платиновых элементов. Данный тип возникает на ранней высокотемпературной стадии деплетирования верхней мантии. Проявления осмистого иридия с незначительной примесью платины располагаются в глубинных частях массивов хромитоносных альпинотипных гипербазитов. Руды содержат вкрапленность пентландита и осмистого иридия.

Шандашинский платино-палладиевый тип «типичен для плосчатых краевых дунит-верлит-пироксенит-габбровых разрезов альпинотипных комплексов. Рудообразующие и акцессорные хромшпинелиды представлены здесь среднехромистыми высокоглиноземистыми железистыми и высокотитанистыми разностями» [Платинометальное..., 2001]. В рудах присутствуют платина и палладий; фазы, содержащие родий, рутений, иридий, золото и серебро; примеси никеля, железа, меди. Ведущими в парагенезисе являются интерметаллиды, сульфиды, сульфоарсениды и антимониды платиновых металлов.

Кимперсайский хромит-палладиевый тип располагается в дунит-гарцбургитовых разрезах и связан с высокохромистыми низкоглиноземистыми маложелезистыми хромовыми рудами. Специализация руд определяется осмием, иридием, рутением. Парагенезис минералов платиновых металлов представлен их сульфидами и сульфоарсенидами, а также интерметаллидами на основе платиноидов, никеля, меди.

Россыпные источники также связаны с хромитоносными массивами ультраосновных пород. Образование россыпей платиноидов вызвано разрушением платиноносных гипербазитов; россыпи приурочены к русловым, террасовым и ложковым отложениям. Основными полезными компонентами являются платина и осмий. Они встречаются в виде чешуек, пластин, конкреций, скелетных форм, губчатых выделений, небольших самородков. Дальность переноса платиновых минералов не превышает 5–8 км. Минералы при переносе ведут себя по-разному: ковкая платина образует крупные агрегаты (1–5 мм и более), а хрупкий осмий разрушается до размера 0,01–0,1 мм. Он и попадает вместе с золотом в изделия древних ювелиров. Сопутствующие ми-

нералы представлены хромитами и оливинами. Такие россыпи известны на Урале. Уникальной, самой протяженной в мире (160 км) является Исцовская россыпь Среднего Урала, добыча из которой продолжается почти 200 лет. Вблизи или в пределах выходов дунитов она обогащена платиной, в удалении от них россыпь становится золото-иридиево-платиновой. В составе минералов присутствуют минералы осмия – примерно 4% от объема россыпи. Нередко встречаются самородки платины, самые крупные имели массу 9,6 и 8,4 кг. Из этой россыпи было добыто около 200 т платины.

7.5 Добыча благородных металлов в древности

В древности золото начали добывать простым сбором в руслах рек самородков. Затем методы добычи совершенствовались от промывки золотоносных песков в ковшах и лотках с применением специальных ковриков или шкур, а позднее, с использованием бутар и вашгердов. Позднее месторождения стали обрабатываться в разрезах гидравлическим способом с помощью водной струи, подававшейся из отводных канав. Вершиной золотодобывающей промышленности являлись драги – настоящие плавучие корабли, которые промывают сотни тыс. куб. м в сезон. Более совершенным методом явилась амальгамация, основанная на растворении золота ртутью и последующей ее отгонкой (испарением) при нагревании. Этот способ известен со средневековья. Современные методы базируются на извлечении золота методом цианирования.

С обзором добычи древнего золота можно познакомиться в монографиях «История золота» [Марфунин, 1987], «Доисторическое золото в Европе» [Prehistoric..., 1995], в которых рассмотрены материалы по рудникам и россыпям разных регионов.

Во многих районах древние следы разработок не заметны, особенно это относится к россыпям. Для коренных месторождений причина кроется в том, что древние горняки находили и разрабатывали золотоносные жилы и залежи только с видимым золотом. Но они являлись объектами горнорудного дела в более позднее время, так что следы деятельности рудокопов в большинстве случаев стерты последующими работами. Разработка россыпных и коренных месторождений носила прерывистый характер, что установлено по распределению золотых предметов в разновозрастных захоронениях. Периоды расцвета горнорудной деятельности сменялись периодами упадка, вызванными войнами, болезнями, переселениями народов и другими глобальными и локальными причинами.

Начало освоения золота на Урале относится к первой половине II тысячелетия до н. э. (андроновский этап бронзового века, 2000–1500 лет до новой эры). С этим периодом связаны первые изделия из золота и серебра, которые изредка сопровождаются орудиями и украшениями из меди или бронзы. Находки золотых изделий этого времени известны в археологических памятниках Челябинской области, юга Свердловской и Башкортостана. В андро-

новском кургане у села Исаково (южная окраина Челябинска) были найдены обломки золотых височных колечек. Золотосодержащие изделия были также обнаружены в курганах разных эпох – от бронзового века до раннего средневековья на территориях Брединского, Варненского, Чесменского и других районов Челябинской области.

В древности золото добывалось из россыпных и коренных месторождений. О разработке россыпей косвенно свидетельствуют находки древних орудий в некоторых россыпях. По данным А.А. Иессена [1948], 60 лет назад было известно о находке в золотоносных песках в десяти пунктах бронзовых и каменных кирок. Последней книгой, в которой рассказано об удивительных событиях, связанных с «фартовым делом», является публикация Е. Шумихина и В. Волгина [2008].

Данные о признаках разработки в древности коренных месторождений получены академиком И.И. Лепехиным, путешествовавшим по Уралу в 1770 г. Он приводит сведения о разработке каменными орудиями золото-кварцевых жил на р. Султанке, правом притоке р. Кизил, и в бассейне р. Сакмара. Эти данные подтверждает информация К.В. Сальникова о разработке золота на склоне горы Тукал в Баймакском золоторудном районе Башкирии. Древние выработки выглядели как маленькие шахты, в которых можно было работать только лежа на боку, а на стенах была копоть. Вблизи выработок были найдены каменные песты и ступы в виде каменных плит диаметром 30 см с углублением в середине. В ближайшей россыпи был найден самородок весом 4,8 кг, получивший название «Ирендыкский медведь» [Шумихин, Волгин, 2008].

Южно-Уральские месторождения серебросодержащих медных руд установлены на рудных полях **Никольском и Таш–Казган** в вулканогенных толщах карбонового возраста. Они были открыты по чудским выработкам и особенностями добывавшихся здесь руд являлись высокие содержания серебра и мышьяка. Это послужило основанием для выделения Е.Н. Черных [1970] особого Таш-Казганского (ТК) типа медных руд, распространенных в древности на территории Южного Урала. К настоящему времени месторождения полностью отработаны для нужд Миасского медеплавильного завода и представляют собой серию карьеров глубиной до 30 м при протяженности 50–100 м. Возле выработок сосредоточены отвалы березитизированных пород и жильного кварца с сульфидной минерализацией. Месторождение связано с дайками гранитоидов и представлено сульфидно-кварцевыми жилами. Мощность жил колеблется от нескольких см до 1 м, протяженность по простиранию – первые десятки м. В первичных рудах зафиксированы халькозин, ковеллин, борнит, теннантит, халькопирит, пирит. В ковеллине содержание серебра достигает 5 % [Юминов, Зайков. 2009].

В последнее время авторами получены данные о присутствии в древних золотых изделиях включений минералов осмия, источником которых являлись россыпи, приуроченные к массивам золотоносных гипербазитов. Такие

включения выявлены в предметах из курганов Южного Урала и Южной Сибири. Их характеристике будет посвящена глава 8.

Глава 8. СОСТАВ ЗОЛОТА И ВКЛЮЧЕНИЙ ОСМИЯ В ЗОЛОТЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ЮЖНОГО УРАЛА

8.1. Золотоносные курганы Южного Урала

Золотоносные курганы Южного Урала описаны в многочисленных публикациях, обзор которых дан в работе «История археологии Южного Зауралья» [2002]. В конце XIX – начале XX века большую работу по археологическому изучению региона проделали Уральское общество любителей естествознания (УОЛЕ) и Оренбургская ученая архивная комиссия (ОУАК). Члены этих обществ провели работы на многих курганах Пермской, Оренбургской и Тургайской губерний. Важным результатом является создание В.Я. Толмачевым и Ю.П. Аргентовским археологической карты Зауралья, на которой были обозначены выявленные к тому времени курганы. Об их количестве можно судить по тому факту, что Н.К. Минко в окрестностях г. Челябинска вскрыл около 130 курганов. В 1910 году вице-президент Оренбургской ученой комиссии И.А. Кастанье издал наиболее полную сводку древностей Оренбургского края и Киргизской степи. В нее вошли все имевшиеся на тот момент данные об археологических памятниках Южного Урала [Кастанье, 1910].

Первым научным обобщением данных по эпохе ранних кочевников, полученных до 1917 года, явилась работа М.И. Ростовцева «Курганные находки Оренбургской области эпохи раннего и позднего эллинизма» [Ростовцев, 1918]. На основании систематических исследований 30-х годов А.А. Берс было сделано первое в советское время историческое обобщение в книге «Прошлое Урала: с древнейших времен до русской колонизации» [Берс, 1930]. В начале 30-х годов экспедицией Государственной академии истории материальной культуры под руководством Б.Н. Гракова проведены широкомасштабные разведки, связанные с проектированием южноуральских гидроэлектростанций, в ходе которых было обследовано и учтено 818 погребальных сооружений в составе 168 курганных групп и могильников [Граков, 1935].

Последующими крупными фигурами на ниве археологии Южного Урала являются К.В. Сальников, подготовивший монографию по древней истории Южного Урала [Сальников, 1967], и В.Ф. Генинг, возглавлявший Уральскую археологическую экспедицию Уральского госуниверситета [Генинг и др., 1992]. Развитие археологии Южного Урала и Зауралья в 60–80-х годах прошлого века связано с именами К.Ф. Смирнова, М.Г. Мошковой, А.Х. Пшеничнюка, В.С. Стоколоса, В.Е. Стоянова, Л.Н. Коряковой, Г.Б. Здановича, Н.А. Мажитова и многих других.

Особую страницу изучения памятников составили работы А.Х. Пшеничнюка, Л.Т. Яблонского, А.Д. Таирова по раскопкам курганов с богатым золотым инвентарем.

Среди археологических памятников Южного Урала большинство составляют два их основных вида: поселения и погребальные сооружения. Последние в абсолютном большинстве представлены курганами. Под курганом в археологии понимаются остатки сооружения из земли и/или камня, возведенного над погребальными конструкциями различных типов. Чаще всего, курганы имеют округлую или продолговатую форму и хорошо выделяются среди окружающего их ландшафта. Размеры их варьируют от 3–4 м в диаметре при высоте 0,1–0,2 м и до 80 м в диаметре и высоте 8–10 м. Размеры курганов, а также степень сложности подкурганых погребальных конструкций определялись существующими в обществе традициями и социальным положением усопших.

Как правило, курганы располагаются группами, хотя встречаются и одиночные. Группы курганов называются могильниками или некрополями. В пределах одного могильника могут оказаться курганы, относящиеся не только к разным периодам одной исторической эпохи, но и к разным эпохам. Нередки случаи, когда в одном кургане обнаруживаются погребения различной хронологической и этнокультурной принадлежности.

На Южном Урале подкурганый обряд погребения появился в эпоху ранней бронзы, в конце IV тысячелетия до н. э., и практиковался до позднего средневековья. Абсолютное большинство южноуральских курганов принадлежит представителям кочевых культур. Курганные могильники оседлых культур эпохи бронзы Южного Урала соседствуют с поселениями и располагаются обычно у берегов рек и озер. Одиночные курганы и курганные могильники кочевников раннего железного века находятся, как правило, на вершинах возвышенностей, расположенных на останцах первых надпойменных террас, на коренных берегах рек, у берегов озер, на междуречьях. Курганы и курганные некрополи эпохи средневековья в степной зоне могут быть приурочены к самым разным формам рельефа. Среди памятников эпохи средневековья выделяются так называемые курганы с «усами» – сложные сооружения, состоящие из одного или нескольких курганов, от которых отходят две длинные дуговидные земляные или каменные гряды («усы»).

Среди огромного множества курганов, разбросанных по степи и лесостепи Южного Урала, выделяются крупные курганы кочевой знати I тысячелетия до н. э. Иногда они образуют крупные некрополи, такие как могильник Филипповка-1 или Кырык-Оба I. Именно с большими курганами, возведенными над погребениями родоплеменной знати, связаны основные находки изделий из драгоценных металлов этого времени. Сосредоточены они в стратегически важных районах степи и лесостепи, контролировавшихся наиболее сильными и знатными родами и являвшихся центрами тех или иных кочевых и полукочевых объединений.

В конце I тысячелетия до н. э. традиция возведения крупных курганов исчезает, в связи с чем нарушается существующая ранее прямая корреляция величины насыпи кургана и богатства сопроводительного инвентаря.

Авторами рассмотрен состав золотосодержащих изделий из восьми археологических памятников, от эпохи бронзы до раннего средневековья (рис. 8.1). Для исследования были предоставлены пробы из коллекций, полученных А.Д. Таировым, С.Г. Боталовым, Н.А. Полушкиным, Д.Г. Здановичем, Л.Т. Яблонским, А.Н. Султановой, В.И. Сиротиним, В.В. Овсянниковым в результате раскопок археологических памятников. Изделия представлены: фольгой, покрывающей бронзовые кольца и статуэтки из дерева; серьгами; наконечниками; кулонами.

Анализ золотых изделий проводился двумя методами: рентгенофлуоресцентным (РФА) и рентгеноспектральным микрозондовым (РСМА). Оценка сходимости результатов анализов двумя методами удовлетворительная. Для характеристики золота древних изделий выделены группы составов. Предварительно были подготовлены гистограммы распределения золота, в которых по оси ординат откладывалась частота встречаемости, соответствующая проценту анализов определенного состава. По оси абсцисс отлагались анализы определенного шага (3–5 %). На гистограммах выделялись дискретные группы составов, по которым проводилось разделение выборки. Наиболее четкая картина определилась по Филипповскому могильнику, для остальных зафиксированы некоторые отличия.

Для минералов осмия определение проведено с использованием кристаллохимических формул, которые рассчитываются по атомным количествам элементов [Булах, 1967]. Они отличаются от мас. %, так как из-за разного атомного веса в одной и той же массе содержится разное количество атомов. Сумма в формуле дается не 100 (%), а единица (1). Формулы приведены в таблицах 8.2 и 8.3. При этом, как часто делается в литературе, для сокращения объема пишется не $Os_{0.41}$, а $Os_{.41}$.

В названии первым дается преобладающий элемент, далее – прилагательное, где последним – стоящий на втором месте. Например, для кристаллохимической формулы $Os_{.41}Ir_{.34}Ru_{.21}$ дается название **осмий рутенисто-ири-**



Рис. 8.1. Схема размещения исследованных археологических памятников на Южном Урале.

1–2 – памятники с включениями осмия в золотых изделиях: 1 – могильники; 2 – городища; 3 – исследованные курганы, в золотых изделиях которых не установлены включения осмия; 4 – глубинные разломы с телами золотоносных ультрабазитов; 5 – ареалы главных золотоносных россыпей; 6 – основные города. Стрелками показано направление «осмиевых путей» древнего золота

дистый, для $Ru_{0,49}Os_{0,35}Ir_{0,16}$ – рутений иридино-осмистый. В название компонент включается, только если его количество в формуле более 9 ат. %, например, $Ru_{0,51}Os_{0,42}Ir_{0,07}$ – рутений осмистый с иридием.

8.2. Археологические памятники Южного Приуралья

Могильник Филипповка-I

Могильник Филипповка-I расположен в 100 км к западу от г. Оренбурга, на водоразделе рек Урал и Илек [Пшеничнюк, 2003; Яблонский, 2008]. Материал из курганов № 4 и № 29 был передан для исследований Л.Т. Яблонским и М.С. Шемаханской. Авторами проанализировано 16 проб золота, взятых из различных предметов: аппликаций и инкрустаций ножен, серег, бусин, нашивок и колчаных крюков. По результатам анализов выделено пять групп составов золотых изделий, что иллюстрируется рис. 8.2 и табл. 8.1. Кроме золота и серебра, в заметных количествах (выше 0,1 %) установлена медь, а в отдельных пробах, подверженных коррозии, установлено присутствие хлоридов серебра. Важным результатом работ явилось исследование включений минералов группы осмия, что дает возможность оценить возможные источники золота. Впервые этот минерал в филипповских предметах был обнаружен М.С. Шемаханской и предварительно проанализирован в Институте геологии рудных месторождений петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук.

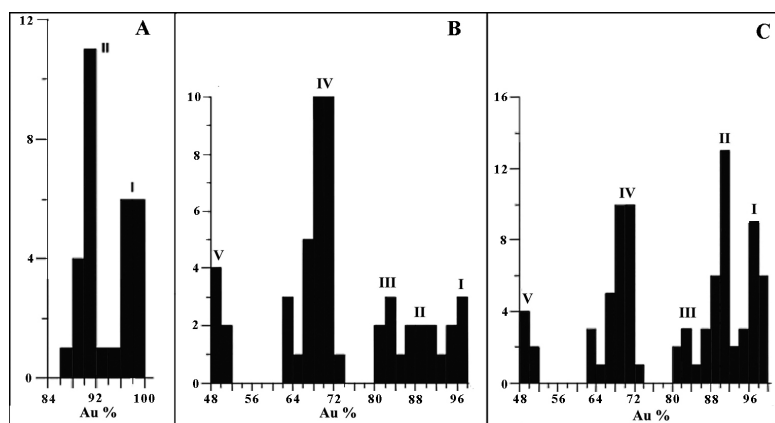


Рис. 8.2. Гистограммы распределения составов золота из Филипповских курганов: А – курган 4, Б – курган 29, В – курган 4+29. По горизонтальной оси – интервалы содержаний золота, по вертикальной – количество соответствующих проб. I, II, III, IV, V – типы золота. Гистограммы построены по представительным анализам, количество которых взято по 6 для каждой пробы

Рис. 8.2. Гистограммы распределения составов золота из Филипповских курганов: А – курган 4, Б – курган 29, В – курган 4+29. По горизонтальной оси – интервалы содержаний золота, по вертикальной – количество соответствующих проб. I, II, III, IV, V – типы золота. Гистограммы построены по представительным анализам, количество которых взято по 6 для каждой пробы

Курган 4 расположен в центральной части памятника, неподалеку от кургана 1, который в конце 80-х гг. прошлого столетия был исследован экспедицией уфимских археологов под руководством А.Х. Пшеничнюка [2003]. Высота кургана превышала 7 м, а диаметр насыпи достигал 80 м. Под насыпью кургана было расчищено деревянное перекрытие центральной погребальной камеры, которое состояло из радиально направленных к центру бревен, уложенных в 7–10 слоев. Перекрытие было сожжено в ходе погребального ритуала.

Таблица 8.1

**Данные об анализе золотых и серебряных изделий
из Филипповских курганов**

№ п/п	№ пробы (кол-во анализов)	Изделие	Тип золота	Примечания
Курган 4				
1	2-1 (5)	Золотая аппликация крюка колчанного	II	
2	3-п2 (7)	Золотая аппликация проколки железной	II	
3	5 (7)	Золотая аппликация крюка колчанного серебряного	II	
4	5-1 (8)	Основа крюка колчанного серебряного с золотой аппликацией		Серебро
5	6 (8)	Рукоять серебряного ножа в виде оленя		Серебро
6	7-1 (11)	Золотая инкрустация железного меча (кат. № А13.2.1.10)	I	Присутствуют включения зерен осмия
7	7-2 (8)	Золотая инкрустация железного меча, вблизи пробы 7-1	I	Присутствуют включения зерен осмия
Курган 29				
8	1-п2 (6)	Серьга золотая	II	
9	2-п5 (7)	Серьга золотая	IV	

10	26-п2 (3)	Бусина золотая	II	
11	29-п2(6)	Нашивка золотая	IV	
12	30-п2 (6)	Серьга золотая	III	
13	33-п2 (6)	Серьга золотая	V	
14	37-п2 (6)	Золотая обкладка оселка (кат. № А13.6.1.10)	IV	
15	44-п2 (2)	Золотая ворворка	IV	
16	76-п2 (6)	Серьга золотая	IV	

Примечания:

1. Содержания золота в выделенных типах (мас. %): I – 97–98; II – 87–97; III – 81–84; IV – 63–76; V – 49–50;
2. В скобках указан каталожный номер.

Помимо центральной могилы в полах насыпи были обнаружены три впускных захоронения (одно из них парное одновременное), сделанные в глубоких (около 4 м) могильных ямах с заплечиками и бревенчатыми перекрытиями. Все они оказались неграбленными и представляют собой «закрытые» археологические комплексы. Набором предметов вооружения, аналогиями с древностями ахеменидского круга и особенностями изображений в зверином стиле все захоронения в кургане синхронизируются и предварительно датируются в пределах V–IV вв. до н. э.

Исследованные золотые изделия из кургана № 4 представлены золотыми аппликациями колчанных крюков, ножа и инкрустацией клинка меча (рис. 8.3).

Результаты анализа представлены в табл. 8.2. Преобладающий состав аппликаций, анализы № 1, 2, 3 (мас. %): Au 87–96, Ag 2–9, Cu 1–2, что соответствует II типу золота. Второй случай характерен для инкрустации клинка железного меча и относится к I типу, анализы № 6, 7 (мас. %): Au 97–98; Ag 1–2; Cu 1. В этом золоте при микроскопическом изучении выявлена пористая текстура, образовавшаяся при отливке изделий (рис. 8.4). Такая же микротекстурная особенность установлена в древнем золоте из Турции [Meeks, 2000].

В инкрустации меча проанализировано 18 зерен осмия округлой, удлиненной и треугольной формы размером по длинной оси 40–200 микрон (рис. 8.5). Часть округлых зерен раздроблена, а часть расщеплена по спайности (рис. 8.6).

Среди зерен выделены следующие геохимические типы (табл. 8.3).



Рис. 8.3 Железный меч с инкрустацией золотом (фрагмент). Реставрация М.С. Шемаханской (ГосНИИР). Могильник Филипповка 1, курган 4, Погребение 2

Таблица 8.2

**Результаты микронзондового анализа золотых и серебряных изделий
из Филипповского кургана № 4**

№ п/п	№ обр.	Предмет	Тип золота	№ анализа	Содержание, мас. %			
					Au	Ag	Cu	Сумма
1	1	Золотая аппликация колчанного крюка	II	15198 a	87,21	4,35	7,81	99,37
				15198 b	92,97	3,42	3,34	99,73
				15198 c	94,48	2,54	2,90	99,92
				15198 d	90,32	2,54	6,72	99,58
				15198 e	90,00	2,57	7,32	99,89
				Среднее	91,00	3,08	5,62	99,70
2	3-2п	Золотая аппликация железной проколки (кат. № А13.2.1.8)	II	15196 a	91,25	3,74	4,57	99,56
				15196 b	90,47	4,92	4,25	99,64
				15196 c	90,89	3,37	5,50	99,76
				15196 d	91,52	3,33	5,04	99,89
				15196 e	91,15	4,12	4,48	99,75
				15196 f	91,39	4,62	4,01	100,02
				15196 g	90,91	4,16	4,84	99,91
				Среднее	91,08	4,04	4,67	99,79
3	5	Золотая аппликация серебряного колчанного крюка	II	15192 a	89,72	7,23	2,77	99,72
				15192 b	89,43	7,04	3,31	99,78
				15192 c	91,05	6,54	2,36	99,95
				15192 d	90,59	6,09	2,73	99,41
				15192 e	90,96	6,05	2,89	99,9
				15192 f	91,03	5,88	2,82	99,73
				15192 g	89,51	7,51	2,66	99,68
				Среднее	90,33	6,62	2,79	99,74
4	5-1	Основа крюка колчанного серебряного с золотой аппликацией		15193 a		95,87	3,16	99,03
				15193 b		96,50	2,75	99,25
				15193 c		92,76	6,78	99,54
				15193 d		96,60	3,31	99,91
				15193 e		95,71	3,86	99,57
				15193 j		95,76	3,99	99,75
				15193 k		95,61	3,49	99,1
				15193 l		95,80	4,02	99,82
				Среднее		95,58	3,92	99,50

Окончание табл. 8.2

№ п/п	№ обр.	Предмет	Тип золота	№ анализа	Содержание, мас. %			
					Au	Ag	Cu	Сумма
5	6	Рукоять ножа из серебра в виде оленя (кат. № А13.2.4.17)		15197 a		96,39	3,58	99,97
				15197 b		95,35	4,52	99,87
				15197 c		97,02	2,08	99,1
				15197 d		96,42	3,46	99,88
				15197 e		96,75	2,87	99,62
				15197 f		94,95	4,84	99,79
				15197 g		98,72	1,25	99,97
				15197 h		96,06	3,74	99,80
				Среднее		96,46	3,29	99,75
6	7-1	Золотая инкрустация железного меча (кат. № А13.2.1.10)	I	15189 k	97,49	1,08	1,21	99,78
				15189 l	98,01	0,50	1,10	99,61
				15189 m	98,12	0,55	1,06	99,73
				15189 n	97,13	1,23	1,44	99,8
				15189 o	97,23	0,36	0,95	98,54
				15189 p	97,38	1,05	1,42	99,85
				15189 q	97,31	0,77	1,68	99,76
				15189 r	97,25	1,30	1,32	99,87
				15189 s	97,18	1,07	1,36	99,61
				15189 t	98,26	0,44	1,17	99,87
				15189 u	97,40	0,71	1,45	99,56
				Среднее	97,52	0,82	1,29	99,63
7	7-2	Золотая инкрустация железного меча (район пробы 7-1) (кат. № А13.2.1.10)	I	15282 b	98,01	0,85	0,57	99,43
				15282 c	97,62	0,67	0,83	99,12
				15283 a	98,29	1,00	0,64	99,93
				15284 a	97,51	1,23	0,75	99,49
				15284 j	98,07	0,42	0,87	99,36
				15284 k	98,97	0,00	0,66	99,63
				15285 i	97,89	0,86	0,79	99,54
				Среднее	98,05	0,72	0,73	99,50

Примечания:

1. Анализы выполнены на микрозонде РЭММА-202М, в центре коллективного пользования Института минералогии УрО РАН (оператор В.А. Котляров);
2. В скобках указан каталожный номер

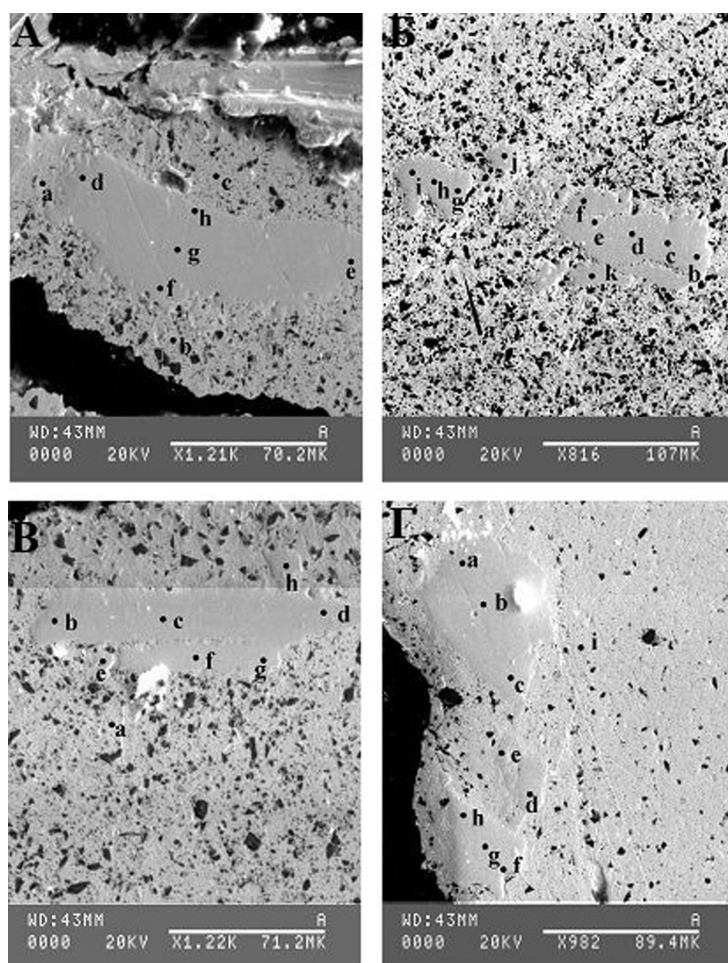


Рис. 8.4. Снимки зерен минералов группы осмия среди золотой инкрустации ножен железного меча (проба 7-1, полированный шлиф). Изображение зерен осмия во вторичных электронах: А – анализы 15282; Б – анализы 15283; В – анализы 15284; Г – анализы 15285. Заметна пористая текстура золота

1 – с преобладанием осмия:

1а – осмий. Резкое преобладание Os, при относительно низком содержании как Ru, так и Ir. Зерна 13–15.

1б – осмий рутенистый с иридием. Преобладание Os, при значительном содержании Ru и низком – Ir. Зерна 4, 5.

1в – осмий рутенисто-иридий. Преобладание Os, при незначительном преобладании Ru над Ir. Зерна 1, 16. В последнем 3 ат. % Pt.

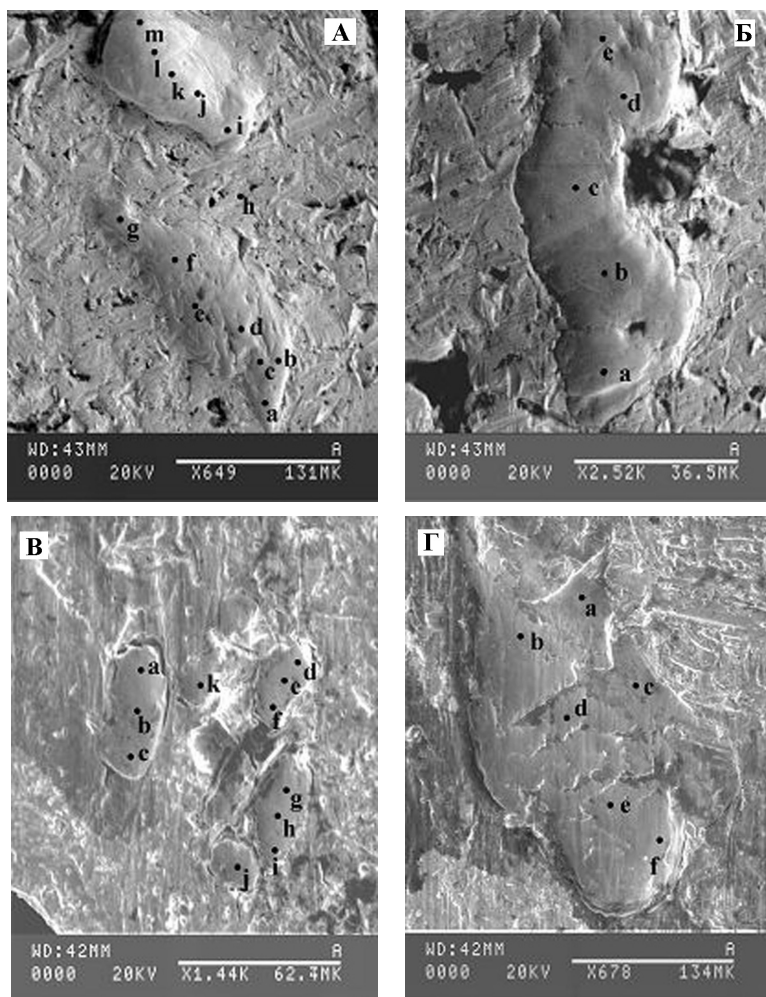


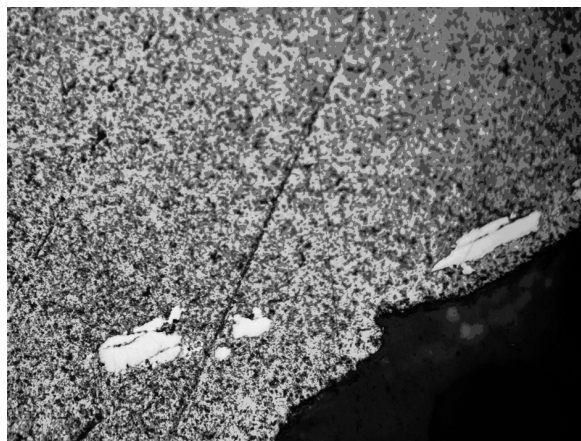
Рис. 8.5. Снимки зерен минералов группы осмия в золотой инкрустации ножен железного меча (проба 7). Изображение зерен осмия во вторичных электронах, полированный шлиф А – № 7 анализы 15189; пластинка без полировки: Б – № 8, 9, анализы 15207; В – № 10, 11, анализы 15208; Г – № 12, анализы 15209

2 – с преобладанием рутения:

2а – рутений осмистый с иридием. Преобладание Ru при значительном содержании Os и низком (менее 10 ат.%) – Ir. Зерна 6, 11

2б – рутений иридисто-осмистый. Преобладание Ru при заметном содержании Os и Ir с первого над вторым. Зерна 2, 3, 8, 9. В зернах 2, 3 и 9 присутствует Pt.

Рис. 8.6. Фотография зерен осмия в полированном шлифе 7, отраженный свет, ширина снимка 0,6 мм. Видно расщепление округлого зерна № 3 в краевой части снимка (зерно № 4)



3 с преобладанием иридия:

3а – иридий осмистый с рутением. Преобладание Ir при значительном содержании Os и очень низком Ru. Зерна 7, 10, 12, 17. В зернах 7, 10 и 17 присутствует Pt.

3б – иридий рутенисто-осмистый. Преобладание Ir при значительном содержании как Os, так и Ru. Зерно 18.

Платина присутствует в очень малых количествах (3–7 ат. %), реже всего в зернах с преобладанием Os, чаще в зернах со значительным содержанием Ru и/или Ir.

Состав осмия иллюстрируется тройной диаграммой (рис. 8.7).

Курган 29 подвергнулся попытке ограбления в древности, но грабители, пробив яму в центральной части насыпи, не сумели дойти до дна погребальной камеры, а также не обнаружили впускные захоронения, расположенные вокруг центральной ямы, в полах кургана.

На полу погребальной камеры было расчищено 12 человеческих скелетов, некоторые в переотложенном состоянии. Захоронения относительно разновременные. При укладывании в камеру новых погребаемых относительно более ранние частично или полностью сдвигались вместе с предметами сопровождающего инвентаря. Среди этих предметов – золотые серьги и перстни, золотые, пастовые и каменные бусы, золотые бубенчики и ворворки.

В кургане 29 состав золота более разнообразен, даже в одинаковых предметах, например, серьгах. Наиболее высокую пробу имеет серьга 1-п2 (мас. %): II тип (Au 94–97, Ag 2–3, Cu 1–2), что очень близко к составу золотой инкрустации меча из кургана 4. Серьга 3-п2 имеет состав III типа (мас. %): Au 82–83, Ag 13–14, Cu 3–4. Серьга 76-п2 относится к IV типу и имеет состав (мас. %): Au 70–72, Ag 23–25, Cu 4. Серьга 33-п2 сделана из электрума – V (мас. %): Au 49–50, Ag 44–46, Cu 5.

Бусина 26-п2 относится к II типу металла и имеет состав (мас. %): Au 87–90, Ag 8–9, Cu 1. Три предмета – золотая нашивка, золотые аппликации оселка и ворворки близки по составу и соответствуют V (мас. %): Au 64, Ag 24–28, Cu 2–5.

Отформатировано: Шрифт: 11 пт, не выделение цветом

Отформатировано: Шрифт: 11 пт, не выделение цветом

Отформатировано: Шрифт: 11 пт, не выделение цветом

Отформатировано: Шрифт: 11 пт, уплотненный на 0.1 пт, не выделение цветом

Отформатировано: Шрифт: 11 пт, не выделение цветом

Таблица 8.3

**Состав включений осмиевых минералов в золотой инкрустации железного меча
из Филипповского кургана № 4**

№ зерна	Кол-во анализов	Средние содержания, мас. %					Кристаллохимическая формула минерала	Тип
		Os	Ir	Ru	Pt	Сумма		
1	6	45,76	36,10	17,45	–	99,31	$\text{Os}_{0,40}\text{Ir}_{0,31}\text{Ru}_{0,29}$	1в
2	10	34,54	29,30	27,66	8,06	99,56	$\text{Ru}_{0,42}\text{Os}_{0,28}\text{Ir}_{0,24}\text{Pt}_{0,06}$	2б
3	7	35,28	29,20	27,63	7,36	99,47	$\text{Ru}_{0,42}\text{Os}_{0,29}\text{Ir}_{0,23}\text{Pt}_{0,06}$	2б
4	1	57,58	14,82	27,02	–	99,42	$\text{Os}_{0,47}\text{Ru}_{0,41}\text{Ir}_{0,12}$	1б
5	8	56,88	17,04	25,57	–	99,49	$\text{Os}_{0,47}\text{Ru}_{0,39}\text{Ir}_{0,14}$	1б
6	7	55,07	8,97	35,42	–	99,46	$\text{Ru}_{0,51}\text{Os}_{0,42}\text{Ir}_{0,07}$	2а
7	5	32,67	53,85	3,43	9,50	99,45	$\text{Ir}_{0,53}\text{Os}_{0,32}\text{Pt}_{0,09}\text{Ru}_{0,06}$	3а
8	6	45,03	20,56	33,93	–	99,52	$\text{Ru}_{0,49}\text{Os}_{0,35}\text{Ir}_{0,16}$	2б
9	7	37,23	29,91	26,88	5,58	99,60	$\text{Ru}_{0,41}\text{Os}_{0,30}\text{Ir}_{0,24}\text{Pt}_{0,05}$	2б
10	5	35,12	58,52	2,26	3,63	99,53	$\text{Ir}_{0,57}\text{Os}_{0,35}\text{Ru}_{0,04}\text{Pt}_{0,04}$	3а
11	5	56,53	10,16	32,78	–	99,47	$\text{Ru}_{0,48}\text{Os}_{0,44}\text{Ir}_{0,08}$	2а
12	5	37,74	56,05	5,87	–	99,66	$\text{Ir}_{0,55}\text{Os}_{0,37}\text{Ru}_{0,08}$	3а
13	3	79,45	12,64	7,58	–	99,67	$\text{Os}_{0,75}\text{Ru}_{0,13}\text{Ir}_{0,12}$	1а
14	2	73,36	16,17	10,09	–	99,61	$\text{Os}_{0,68}\text{Ru}_{0,17}\text{Ir}_{0,15}$	1а
15	3	72,60	16,83	10,29	–	99,71	$\text{Os}_{0,67}\text{Ru}_{0,18}\text{Ir}_{0,15}$	1а
16	6	40,32	38,13	17,28	3,80	99,53	$\text{Os}_{0,35}\text{Ir}_{0,33}\text{Ru}_{0,29}\text{Pt}_{0,03}$	1в
17	5	35,83	53,34	2,85	7,59	99,61	$\text{Ir}_{0,52}\text{Os}_{0,36}\text{Ru}_{0,05}\text{Pt}_{0,07}$	3а
18	8	38,99	42,80	17,71	–	99,50	$\text{Ir}_{0,37}\text{Os}_{0,34}\text{Ru}_{0,29}$	3б

Примечания:

1. Анализы выполнены на электронном микроскопе РЭММА-202М (оператор В.А. Котляров);
2. Прочерк – менее предела чувствительности (0,5 %)

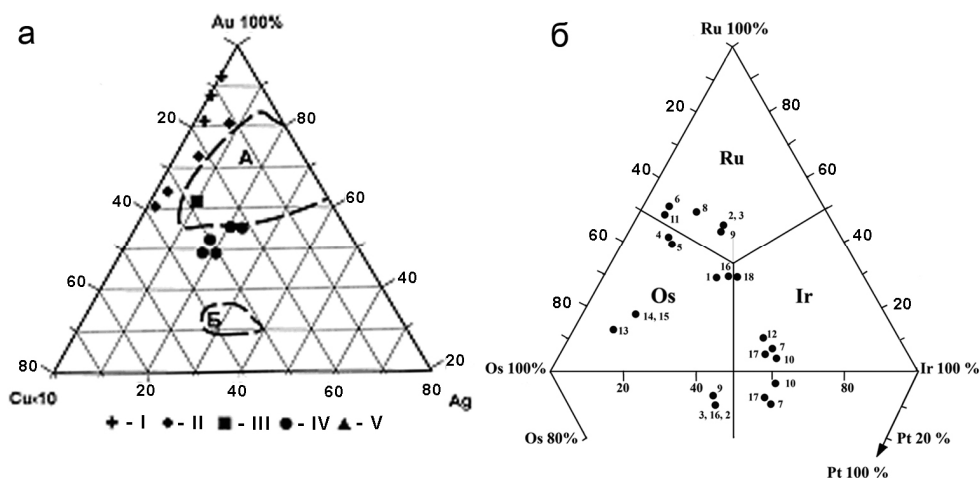


Рис. 8.7. а – тройная диаграмма составов золота (Au–Ag–10Cu).
 Типы золота (мас. %): I – 98–93; II – 92–85; III – 85–80; IV – 74–62; V – 52–48.
 Выделенные поля по [Зайков и др., 2008] соответствуют составу золота из курганов восточного склона Урала (а) и южного Зауралья – кургану Солончанка I (б).
 б – тройная диаграмма состава зерен осмия в золотых изделиях (номера соответствуют табл. 8.3)

Средневековое городище Уфа II

Памятник расположен в южной зоне города Уфы и известен с 1957 г., когда Н.А. Мажитовым здесь были выявлены культурные напластования мощностью до 4 м. В 2006 г. начаты охранные археологические раскопки, в процессе которых на глубине 3,5 м были обнаружены куски золотой проволоки, послужившие, вероятно, заготовками для изготовления ювелирных украшений [Мажитов и др., 2007]. С этими находками соседствуют изделия из сплавов серебра и меди, содержащие примеси цинка, свинца, олова. Слой, в котором обнаружены предметы, находится ниже кладки крепостной стены и датируется VIII–IX веками н. э.

Состав металла. Материал для исследований взят из проволочных заготовок А.Н. Султановой и Ф.А. Сунгатовым и передан для исследования в Институт минералогии УрО РАН [Зайков и др., 2009]. Большинство исследованных клубков золотой проволоки толщиной 2–4 мм относятся к высокопробному металлу, в котором содержания серебра находятся в пределах 2–3 %. Такой состав, возможно, является результатом рафинирования, очищения золота от примесей. Из такого золота сделана заготовка У2-ГО12-4а, в которой выявлено включение осмия (индивид 4, табл. 8.4). Оно имеет линзовидную форму с угловатыми ограничениями, размер 25?35 мкм. По соотношению атомных количеств элементов относится к *рутению иридино-осмистому с родием и платиной*, что соответствует типу 2б кургана Филипповка-1, отличаясь лишь незначительным присутствием Rh. Золото, из которого сделана

Таблица 8.5

Состав древних золотых изделий из Переволочанских и Яковлевских курганов

№ п/п	№ образца	Изделие	Захоронение	Кол-во анал.	Содержание, мас. %		
					Au	Ag	Cu
1	11.2.9	Пронизи с шейного украшения	Переволочанский 1, курган 11, погребение 2	<u>9</u> 0	<u>64,49</u> –	<u>33,26</u> –	<u>1,60</u> –
2	11.5.8	Накладка (подвеска) литая декоративная с роговидным завитком и рядом крепежных отверстий по верхнему краю	Переволочанский 1, курган 11, погребение 5	<u>6</u> 4	<u>88,36</u> 87,05	<u>3,33</u> 4,23	<u>8,31</u> 8,67
3	12.1.14.1	Проволока, плоская в сечении	Переволочанский 1, курган 12, погребение 1	<u>6</u> 5	<u>67,97</u> 69,88	<u>29,30</u> 30,46	<u>2,49</u> 2,31
4	12.1.14.2	Проволока, плоская в сечении	Переволочанский 1, курган 12, погребение 1	<u>6</u> 0	<u>72,98</u> –	<u>21,97</u> –	<u>4,72</u> –
5	12.5.6	Браслет из округлого в сечении прута с несомкнутыми, заходящими друг под друга концами	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>84,90</u> 81,01	<u>11,73</u> 12,69	<u>3,16</u> 6,21
6	12.5.7.1	Перстень-печатка с плетеным ободом-кольцом и прямоугольным щитком со стилизованным изображением оленя	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>85,56</u> 83,02	<u>13,16</u> 15,83	<u>0,87</u> 0,93
7	12.5.7.2	Перстень-печатка с плетеным ободом-кольцом и прямоугольным щитком со стилизованным изображением оленя	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>82,87</u> 82,11	<u>10,95</u> 12,50	<u>4,84</u> 5,19

Продолжение табл. 8.5

№ п/п	№ образца	Изделие	Захоронение	Кол-во анал.	Содержание, мас. %		
					Au	Ag	Cu
8	12.5.7.3	Перстень-печатка с плетеным ободом-кольцом и прямоугольным щитком со стилизованным изображением оленя	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>84,38</u>	<u>10,96</u>	<u>3,62</u>
					81,30	13,75	4,91
9	12.5.8	Оковка декоративная деревянной чаши с боковой горизонтальной ручкой в виде поллой фигурки хищного животного (барса?)	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>83,63</u>	<u>13,58</u>	<u>1,91</u>
					83,09	14,99	1,80
10	12.5.9	Оковка декоративная деревянной чаши с роговидными завитками с серебряными гвоздиками	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>66,46</u>	<u>30,29</u>	<u>2,53</u>
					63,15	34,65	2,15
11	12.5.12	Подвеска-серьга височная из золотой проволоки с припаянной привеской в виде широкого трехрядного плетеного колечка	Переволочанский 1, курган 12, погребение 5	<u>6</u> 5	<u>96,09</u>	<u>3,30</u>	<u>0,56</u>
					95,71	3,98	0,25
12	3.0.1	Бляшка нашивная в виде хищника из породы кошачьих	Переволочанский 2, курган 3, грабительский раскоп	<u>6</u> 5	<u>66,76</u>	<u>30,99</u>	<u>1,60</u>
					66,97	31,39	1,51
13	3.2.10	Бляшка нашивная в виде хищника из породы кошачьих	Переволочанский 2, курган 3, погребение 2	<u>6</u> 5	<u>60,94</u>	<u>36,23</u>	<u>2,08</u>
					58,23	39,06	2,56
14	3.2.14.1	Наконечник (ободок для скрепления нитей)	Переволочанский 2, курган 3, погребение 2	<u>6</u> 5	<u>73,06</u>	<u>23,43</u>	<u>1,67</u>
					72,82	24,06	3,09
15	3.2.14.2	Наконечник (ободок для крепления нитей)	Переволочанский 2, курган 3, погребение 2	<u>6</u> 5	<u>62,12</u>	<u>34,66</u>	<u>1,83</u>
					61,67	36,64	1,54

Продолжение табл. 8.5

№ п/п	№ образца	Изделие	Захоронение	Кол-во анал.	Содержание, мас. %		
					Au	Ag	Cu
16	3.2.16	Серьга с остатками привески	Переволочанский 2, курган 3, погребение 2	<u>6</u> 0	<u>75,62</u> –	<u>22,40</u> –	<u>1,24</u> –
17	1.1.5	Фольга золотая от нашивок (4 фрагмента)	Переволочанский 2, курган 1, погребение 1	<u>5</u> 0	<u>88,69</u> –	<u>8,68</u> –	<u>2,33</u> –
18	Я1	Гривна витая из цельного прута квадратного сечения	Яковлевский 2, погребение 3	<u>6</u> 5	<u>88,08</u> 87,10	<u>9,60</u> 10,04	<u>2,20</u> 2,76
19	Я-2	Подвеска-серьга височная (золотой прут в два оборота с припаянной привеской в виде широкого плетеного кольца)	Яковлевский 2, погребение 3, слева от основания черепа	<u>6</u> 5	<u>78,96</u> 77,59	<u>20,08</u> 21,29	<u>0,96</u> 0,96
20	Я-3	Подвеска-серьга височная (золотой прут в два оборота с припаянной привеской в виде широкого плетеного кольца)	Яковлевский 2, погребение 3, справа от основания черепа	<u>6</u> 5	<u>80,88</u> 79,88	<u>16,78</u> 18,44	<u>1,83</u> 2,64
21	Я-5	Бусина сферической формы диаметром 5–7 мм, полая внутри	Яковлевский 2, погребение 4	<u>2</u> 0	<u>67,25</u> –	<u>29,11</u> –	<u>3,32</u> –
22	Я-4	Бляшки пришивные диаметром 5–8 мм, выдавленные на форме полусферической формы (55 шт.)	Яковлевский 2, погребение 5, костяк 1	<u>6</u> 5	<u>88,69</u> 86,50	<u>9,55</u> 10,40	<u>1,78</u> 3,06
23	Я-9	Подвеска (серьга) в полтора оборота на металлической основе, покрытая золотой фольгой	Яковлевский 2, погребение 6, справа от основания черепа	<u>3</u> 3	<u>82,27</u> 81,57	<u>13,52</u> 14,75	<u>3,97</u> 3,68

Окончание табл. 8.5

№ п/п	№ образца	Изделие	Захоронение	Кол-во анал.	Содержание, мас. %		
					Au	Ag	Cu
24	Я-10	Подвеска (серьга) в полтора оборота на металлической основе, покрытая золотой фольгой	Яковлевский 2, погребение 6, слева от основания черепа	$\frac{3}{5}$	$\frac{77,65}{80,99}$	$\frac{12,35}{14,91}$	$\frac{9,43}{4,08}$
25	Я-11	Гривна в полтора оборота (металлический прут, около 40 см, покрытый золотой фольгой)	Яковлевский 2, погребение 6	$\frac{3}{0}$	$\frac{23,76}{-}$	$\frac{62,44}{-}$	$\frac{13,5}{-}$
26	Я-12	Фрагмент фольги, закрученный в прут	Яковлевский 2, погребение 6	$\frac{2}{5}$	$\frac{24,65}{25,08}$	$\frac{70,75}{71,82}$	$\frac{2,69}{3,08}$
27	Я-6	Варворка в форме усеченного конуса, диаметром 1,5–2?3 см	Яковлевский 2, погребение 9	$\frac{2}{5}$	$\frac{69,35}{65,83}$	$\frac{25,52}{28,05}$	$\frac{4,48}{6,04}$
28	Я-7	Варворка в форме усеченного конуса, диаметром 1,5–2?3 см	Яковлевский 2, погребение 9	$\frac{2}{5}$	$\frac{67,77}{65,55}$	$\frac{25,84}{27,90}$	$\frac{5,69}{6,50}$
29	Я-8	Варворка в форме усеченного конуса, диаметром 1,5–2?3 см	Яковлевский 2, погребение 9	$\frac{2}{5}$	$\frac{67,88}{67,97}$	$\frac{25,99}{26,82}$	$\frac{5,52}{4,97}$

Примечания:

1. В числителе приведены средние значения рентгенофлуоресцентного анализа (прибор – INNOV-X α 400), в знаменателе – рентгеноспектрального микроанализа (РЭММА-202М);
2. Прочерк – элемент не определен

Таблица 8.4

**Результаты анализа минералов осмия и вмещающего золота
из поселения Уфа-II**

№ обр.	№ ин-диви-да	№ ана-лиза	Содержание (мас. %)								Сум-ма, %
			Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Au	Ag	Cu	
У2 ГО12-3	1	15435a	49,68	39,32	10,01	–	–	–	–	–	99,01
		15435b	48,91	37,65	12,77	–	–	–	–	–	99,33
		15435d	45,31	41,94	12,51	–	–	–	–	–	99,76
		12-3-1	40,78	43,64	15,59	–	–	–	–	–	100,01
		12-3-7	36,58	46,61	16,12	–	–	–	–	–	99,31
		Среднее	44,25	41,83	13,40	–	–	–	–	–	99,48
	2	12-3-3	47,84	37,44	14,72	–	–	–	–	–	100,00
		12-3-4	47,46	37,48	15,06	–	–	–	–	–	100,00
		12-3-5	47,74	37,34	14,92	–	–	–	–	–	100,00
		12-3-6	47,96	37,08	14,98	–	–	–	–	–	100,00
		Среднее	47,85	37,34	14,92	–	–	–	–	–	100,00
	3	15435e	–	–	–	–	–	64,27	30,58	4,87	99,72
		15435f	–	–	–	–	–	63,12	31,42	5,45	99,99
		15435g	–	–	–	–	–	64,00	30,51	5,34	99,85
		15435h	–	–	–	–	–	62,43	31,73	4,99	99,15
		15435i	–	–	–	–	–	63,30	30,77	5,34	99,41
		12-3-2	–	–	–	–	–	61,50	32,06	6,45	100,01
		Среднее	–	–	–	–	–	63,10	31,18	5,41	99,69
У2 ГО12-4а	4	17645a	31,52	22,55	36,82	3,69	5,11	–	–	–	99,84*
		17645b	31,93	23,58	36,22	3,60	4,43	–	–	–	99,87*
		17645c	31,88	24,11	35,40	3,80	4,52	–	–	–	99,84*
		17645i	31,85	23,85	35,78	3,58	4,72	–	–	–	99,89*
		17645e	30,92	23,43	36,63	3,89	4,62	–	3,33	–	99,86*
		17645f	31,28	23,59	36,35	3,93	4,89	–	–	–	99,89*
		Среднее	31,56	23,52	36,20	3,75	4,72	–	0,56	–	99,87*
	5	17645g	–	–	–	–	–	96,19	2,70	0,26	99,90
		17645h	–	–	–	–	–	97,77	1,89	0,40	100,04
		17645d	–	–	–	–	–	96,94	0,00	0,38	99,92
		17646a	–	–	–	–	–	96,09	3,42	0,39	99,90
		17646b	–	–	–	–	–	96,79	2,77	0,41	99,97
		Среднее	–	–	–	–	–	96,76	2,16	0,37	99,95

Примечания: 1. Анализы выполнены на электронных микроскопах РЭММА-202М (анализы 15435 – оператор В.А. Котляров) и JSM-6460LV (анализы 12-3-1, -7; оператор – О.В. Самойлова); 2. * – содержится небольшая примесь железа; 3. Прочерк – менее предела чувствительности прибора; 4. Рассчитанные кристаллохимические формулы:

№ 1 – $Os_{0,40}Ir_{0,37}Ru_{0,23}$; № 2 – $Os_{0,42}Ir_{0,33}Ru_{0,25}$;

№ 3 – $Au_{0,46}Ag_{0,42}Cu_{0,12}$; № 4 – $Ru_{0,51}Os_{0,24}Ir_{0,17}Rh_{0,05}Pt_{0,03}$; № 5 $Au_{0,95}Ag_{0,04}Cu_{0,01}$

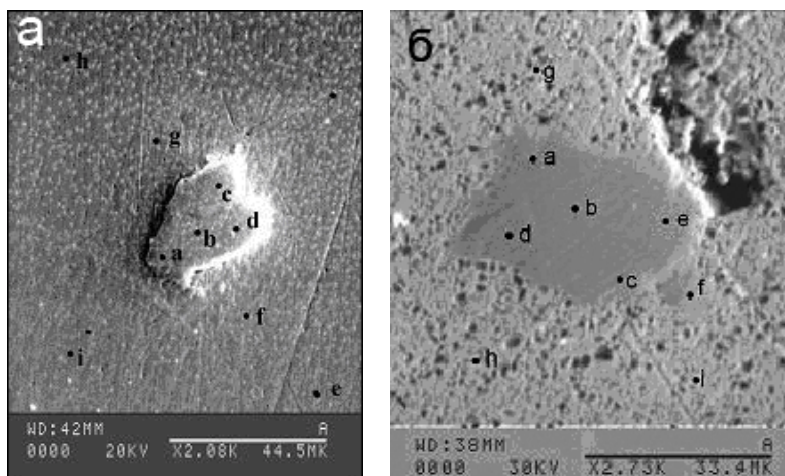


Рис. 8.8. Снимки зерен минералов группы осмия в золотых изделиях городища Уфа II. Изображения зерен осмия во вторичных электронах. А – обр. У2 ГО12-3; Б – обр. У2 ГО12-4а

спираль (У2-ГО12-3), отличается (мас. %): Au 61,5–64,27; Ag 30,51–32,06; Cu 4,87–6,45. В нем также обнаружено включение осмия размером 25?40 мкм. Зерно имеет форму, близкую к треугольной (рис. 8.8). В этом зерне намечаются трещинки, разделяющие его на два индивида (индивиды 1, 2; см. табл. 8.4), которые, по полученным результатам, несколько отличаются по составу (мас. %): индивид № 1 имеет неравномерный состав – Os 36,58–49,68; Ir 39,32–46,61; Ru 10,01–16,12; индивид № 2, напротив, довольно выдержанный – Os 47,46 – 47,96; Ir 37,06 – 37,48; Ru 14,72 – 15,06. Но по средним соотношениям атомных количеств Os : Ir : Ru (№ 1 – 0,40 : 0,37 : 0,23; № 2 – 0,42 : 0,33 : 0,25) оба они относятся к осмию рутенисто-иридиному, что соответствует типу *1в* кургана Филипповка-1.

8.3. Археологические памятники Южного Зауралья

Могилишки Переволочан-I, Переволочан-II и одиночный курган Яковлевка-II

Курганный могилишник Переволочан-I расположен в 2 км юго-западнее села Переволочан, Хайбуллинского района, Республики Башкортостан, на высоком ровном плато левого берега реки Дергамыш. В группе насчитывалось 12 округлых (овальных) в плане полусферических насыпей, вытянутых неправильной цепочкой по линии юго-запад – северо-восток. Диаметр курганов составляет от 14 до 50 м, высота сооружений варьирует в пределах 0,4–5,0 м.

В 1974 и 1991 гг. могильник исследовался А.Х. Пшеничнюком [1983, 1995], раскопавшим первые десять курганов, три из которых относились к разряду крупных погребальных сооружений. Полученные материалы позволили отнести могильник к числу значимых памятников сарматской археологии Южного Урала. Изучение некрополя было продолжено в 2007 г. экспедицией Стерлитамакской государственной педагогической академии им. Зайнаб Бишевой, раскопавшей последние два кургана (№ 11, № 12) [Сиротин, 2008]. Исследование состава золотых изделий выполнено А.М. Юминовым с соавторами [2010].

Погребальный обряд, архитектура курганов и погребальных камер, найденные в захоронениях вещевые комплексы позволяют отнести исследованные курганы к ранним этапам прохоровской (раннесарматской) археологической культуры и датировать IV в. до н. э.

Вещевой материал исследованных курганов отличается богатством и большим разнообразием. Особый интерес представляет комплекс золотых изделий (табл. 8.5).

В кургане № 11 (диаметр 46 м, высота 3 м) в погребении № 2 в области шейных позвонков женского костяка было обнаружено ожерелье, состоящее из сердоликовых бусин и девяти пронизок, свернутых из золотой фольги (обр. 11.2.9). Согласно данным рентгенофлуоресцентного анализа, содержание основных компонентов в сплавах всех пронизок варьирует в пределах (мас. %): Au 63,65–65,18; Ag 32,67–34,25, Cu 1,46–1,91, Ni 0,12–0,17 и Sn до 0,5. Колебания состава незначительны, что позволяет предположить одновременность изготовления данного набора пронизок и единый источник металла.

В погребении № 5 (центральном), в западной части неоднократно ограбленной могильной ямы в 1,5 м юго-восточнее северо-западной стенки, была найдена золотая литая декоративная накладка (подвеска?) с рядом из шести крепежных отверстий по верхнему краю (обр. 11.5.8). Изделие весит 45 г. Оно выполнено из среднепробного золота (мас. %): Au 87,01–88,77; Ag 3,22–4,23 – и отличается высокими содержаниями меди (около 8,5), что свидетельствует о искусственном добавлении данного элемента в сплав. Других примесей в значимых количествах не фиксируется.

Наибольшее количество золотых изделий было обнаружено при раскопках **кургана № 12**. Диаметр его достигал 42 м, высота 2,25 м. Самый значимый комплекс украшений обнаружен в погребении № 5, которое находилось в центральной части кургана и, к сожалению, было неоднократно ограблено. На дне могильной ямы *in situ* были выявлены лишь кости кисти левой руки погребенного, лежащие в анатомическом порядке. В области запястья находился золотой браслет из округлого 5-миллиметрового прута, с несомкнутыми заходящими друг под друга концами (обр. 12.5.6). Вес браслета 98,5 г, общий диаметр 6–7,5 см. На фалангах среднего, указательного и безымянного

пальцев были найдены три золотых перстня-печатки с плетеным ободом-кольцом и прямоугольным штампованным щитком со стилизованными изображениями оленей (обр. 12.5.7.1; 12.5.7.2; 12.5.7.3). Как показали исследования, химический состав благородных сплавов, из которых были изготовлены браслет и ободки перстней, практически не отличаются друг от друга (мас. %): Au 82,87–85,56; Ag 10,96–12,60; Cu 2,17–4,84. Это говорит о некоем едином слитке или специальной рецептуре сплава, использовавшегося при изготовлении данных предметов. Вместе с тем анализ щитков перстней, особенно перстня-печатки № 1, показал, что для их изготовления был применен уже другой материал, содержащий незначительную примесь никеля (до 0,1 %) и олова (около 0,4 %).

В этом же погребении обнаружена золотая серьга, представляющая собой проволочную спираль с заходящими концами и припаянным к ней снизу кольцом. Кольцо состоит из пяти спаянных вместе проволочных ободков, три из которых витые (обр. 12.5.12). Общий вес серьги составляет 4,0 г. Данное изделие из всех предметов характеризуется наиболее высокой пробностью. Содержание золота в нем находится в пределах 94,90–96,61 %, серебра 3,19–3,41, меди 0–1,70. Причем повышенные концентрации Cu фиксируются только в местах пайки.

Золотая декоративная оковка деревянного сосуда (чаши?) с боковой горизонтальной ручкой в виде полой фигурки хищного животного (барса?) была найдена в юго-западном секторе ямы в 20–30 см от стенки (обр. 12.5.8). Вес изделия 13 г. Для его изготовления был использован среднепробный сплав золота (мас. %): Au 82,42–84,77; Ag 12,80–14,02; Cu 1,64–2,09. Отличительной особенностью данного сплава является наличие в нем марганца, в других изделиях никогда ранее не встречаемого. Содержание Mn варьирует в пределах 0,23–0,38 %.

Рядом находилась еще одна золотая оковка деревянной чаши, скрепляемая серебряными гвоздиками. Форма оковки осложнена роговидными завитками (обр. 12.5.9). Изделие было выполнено из низкопробного сплава, в котором содержание золота не превышает 65 %. Кроме того, в металле были обнаружены небольшие концентрации олова (0,57–0,90) и никеля (0,06).

Курганный могильник Переволочан-II находится в 5 км северо-северо-западнее могильника Переволочан-I. Курганная группа состоит из четырех курганов. Во время археологических раскопок 2008 г. в курганах № 1 и № 3 были обнаружены золотые предметы.

Курган № 1 имел диаметр 32 м, его современная высота составляла 1,57 м. На основании погребального инвентаря, курган отнесен к среднесарматскому времени и датирован II в. до н. э. – I в. н. э. В центре кургана исследовано разграбленное в древности погребение, из которого были извлечены четыре фрагмента золотой фольги размерами 0,5?1 см–0,5?2 см (обр. 1.1.5). Золото среднепробное, содержание основных компонентов в каждом фраг-

Примечание [11]:

Примечание [12R]:

менте примерно одинаковое, что указывает на одновременность изготовления всего набора украшений.

Курган № 3 является более ранним. К моменту археологических раскопок диаметр его насыпи составлял 34 м при высоте 0,88 м. Судя по инвентарю, курган датируется рубежом V–IV вв. до н. э. В неоднократно разграбленном центральном погребении (№ 2) выявлены остатки захоронения двух человек. Здесь же была обнаружена золотая нашивная бляшка прямоугольной формы с чеканным изображением хищника из семейства кошачьих (барса?), размерами 4,5?2,2 см (обр. 3.2.10). Еще одна бляшка, близкая по форме, размерам и технике исполнения (обр. 3.0.1), была найдена в центральной части кургана в пределах границ грабительского вкопа. Оба изделия выполнены из золота невысокой пробы (см. табл. 8.5). В них установлено наличие небольших концентраций олова (0,54–0,97 %). Кроме того, для бляшки из грабительского вкопа характерна и примесь никеля до 0,07 %. Сравнение состава металла обеих бляшек выявило небольшие отличия друг от друга как по основным, так и по второстепенным компонентам. Очевидно, предметы были изготовлены из разного материала и, возможно, разными мастерами.

В центральной части ямы в 0,62 м южнее северной стенки были найдены два золотых наконечника круглой формы с припаянными на шляпке золотыми крючками (обр. 3.2.14.1 и 3.2.14.2). Диаметр изделий 1,2–1,4 см, высота 0,6 см, общая высота 1,2 см. Несмотря на схожий внешний вид, наконечники были сделаны из разных сплавов. Для изготовления первого, судя по большому содержанию меди (5,79–6,08 %), применялся сплав с искусственной добавкой данного элемента. Второй предмет (Cu 1,67–1,83 %) был выполнен из природного золото-серебряного сплава – электрума. В составе обоих образцов обнаружено присутствие олова (0,54–0,88 и 0,66–1,11 % соответственно).

В этом же погребении была найдена серьга из золотой проволоки диаметром 2,2?2,6 см с обломанным привеском в виде колечка (обр. 3.2.16). Анализ состава проволоки и привески показал их полное сходство по основным компонентам (см. табл. 8.5), хотя в металле последней фиксировались следы никеля и олова.

Одиночный курган Яковлевка-II исследовался в 2009 г. Он расположен в 2,2 км северо-западнее села Яковлевка, Хайбуллинского района, республики Башкортостан, на распаханном поле. Диаметр кургана 50 м, высота 3,67 м. В кургане обнаружено девять погребальных комплексов. В центральной части выявлена деревянная конструкция из тонких березовых бревен, возведенная над центральным погребением. По характеру погребального обряда и инвентар, курган Яковлевка-II может датироваться IV в до н. э.

Комплекс золотых вещей обнаружен во впускных погребениях № 3, 4, 5, 6 и 9. Все они относятся к категории «закрытых» комплексов и не имеют признаков ограбления.

В погребении № 3 на шейных позвонках женского костяка обнаружена золотая гривна размером 15,3?12,5 см из витого дрота, четырехугольного в сечении и свернутого в полтора оборота (обр. Я-1). Предмет был изготовлен из среднепробного золота (мас. %): Au 87,68–88,64; Ag 9,20–9,93; Cu 2,07–2,44, практически не содержащего примеси других элементов.

Справа и слева от черепа найдены две золотые серьги, представляющие собой проволочную спираль с заходящими концами и припаянным к ней снизу кольцом, состоящим из пяти спаянных вместе проволочных колец, два из которых витые (обр. Я-2, Я-3). Диаметр спирали 2,6 см, диаметр кольца 1,8 см. Составы проволочных спиралей двух предметов почти не отличаются друг от друга (мас. %): Au 78,58–79,30; Ag 19,74–20,38; Cu 0,89–1,03. Однако привески изготавливались из совершенно другого металла. Для первой был выбран более высокопробный сплав: Au 87,34–87,57; Ag 10,34–10,52; Cu 1,84–1,89. Вторая привеска содержала: Au 80,91–81,02; Ag 16,55–16,90; Cu 1,72–1,91. Кроме того, в ней было обнаружено присутствие олова в количестве до 0,5 %. Просмотр образца под микроскоп выявил наличие в нем зерен осмия.

В погребении № 4 в области шейных позвонков женского костяка найдена полая бусина из золотой фольги диаметром 5 мм (обр. Я-5). Сплав низкопробный, посторонних примесей не обнаружено.

В погребении № 5 в области грудной клетки и позвоночного столба женского костяка (костяк 2) найдено 55 нашивных бляшек из золотой фольги полусферической формы размером 5?7 мм с двумя отверстиями по краям. Как показали исследования, подавляющее большинство бляшек было изготовлено из единого материала. Содержание золота достигало 90 %, серебра – около 10 %, меди – в пределах 1–2 %.

В погребении № 6 справа и слева от черепа женского костяка (костяк 1) обнаружены две серьги из округлого в сечении бронзового прута диаметром 3 мм, завитого в полтора оборота. Прут был обернут золотой фольгой (обр. Я-9; Я-10). Состав фольги каждого изделия значительно отличается друг от друга. Для первого образца характерен среднепробный сплав с относительно небольшим содержанием меди (3,93–4,00 %), во втором – содержание Cu больше почти в три раза (8,28–16,0 %). Высокое содержание меди в изделиях свидетельствует об искусственной добавке данного элемента в сплав.

На шейных позвонках скелета находилась гривна из завитого в полтора оборота бронзового прута диаметром 7 мм (обр. Я-11). Прут также обернут тонкой фольгой из сплава золота и серебра. Сплав характеризуется крайне низким содержанием золота (23,06–24,12 %). Концентрация серебра в металле достигает 55,92–65,71 %, меди 10,17–20,11 %. Еще один фрагмент фольги размером 1,2?0,3 см был найден около костей левой стопы под бронзовым зеркалом (обр. Я-12). Состав данного образца отличается невысокими содер-

жаниями меди (2,61–2,77 %), а также присутствием широкого спектра примесей: Fe до 0,7; Ni 0,11; Sn до 1,29; Pb 0,11 %.

В погребении № 9 в области тазовых костей мужского костяка найдены три золотые ворворки усеченно-конической формы размером 3,2?1,4 см (обр. Я-6; Я-7; Я-8). Химический состав металла всех ворворок сходен. Сплав низкопробный. Содержание основных элементов варьирует (мас. %): Au 67,56–69,52; Ag 25,50–26,00; Cu 4,46–5,79. Помимо этого, присутствуют примеси Sn 0,49–0,84 и Pb 0,10–0,11 %.

Таким образом, согласно результатам анализов, при производстве древних золотых изделий, обнаруженных в Переволочанских и Яковлевских захоронениях, применялся широкий спектр золотосодержащих сплавов: от весьма низко- до весьма высокопробных. В курганах могильника Переволочан-I выделяются изделия из четырех разновидностей золота. Согласно частотным гистограммам распределения, доля образцов, выполненных из весьма высокопробного золота, составила 9 %, среднепробного – 55 %, низкопробного 9 % и весьма низкопробного 27 %. В этом ряду уменьшается содержание золота от 96 до 58 % и, соответственно, увеличивается содержание серебра от 3 до 39 %.

По пробности золотые изделия из курганов могильника Переволочан-II подразделяются на три группы: среднепробные – 17 %, низкопробные – 17 % и весьма низкопробные, составляющие большую часть (67 %) золотых артефактов.

Подобная ситуация характерна и для изделий, обнаруженных в одиночном кургане Яковлевка-II: среднепробные – 33 %, низкопробные – 25 % и весьма низкопробные – 42 %. В последней группе заметно выделяется состав золотой фольги, шедшей на покрытие гривен и браслетов. В сплаве под микроскопом обнаружены выделения угловатых кристаллов серебра размером 5–8 мкм.

В целом, для захоронений наиболее типичны содержания золота в сплаве 65–70 и 80–90 %. Такие же параметры характерны для изделий из Филипповских курганов [Зайков и др., 2009].

Низкопробные золотые изделия, в которых содержание чистого золота не превышает 50 % (электрум), характеризуются плохими литейными свойствами и низкой химической инертностью. Они наименее ценны, в значительной мере подвержены коррозии и быстро темнеют на воздухе. Сплавы с содержанием золота до 60 % отличаются повышенной твердостью, относительно пластичны и устойчивы на воздухе. Сплавы с пробностью 700–800 ‰ хорошо подходят для тонких филигранных работ и получения изделий с рельефной выколотой. Они хорошо полируются, вместе с тем достаточно тверды и обладают неплохими прочностными свойствами, а в химическом отношении близки к чистому золоту. Высокопробные сплавы практически не подвержены коррозии, но очень мягки и подвержены быстрому истиранию.

По содержанию меди в изделиях можно предположить, что более половины предметов изготавливались из природного золота, причем это золото было добыто с месторождений, связанных с ультраосновными породами. Это подтверждается присутствием в отдельных образцах незначительного количества таких характерных элементов, как никель и осмий. Для изготовления трети изделий в древности применялись искусственные сплавы, содержание меди в которых превышало 4 %. Добавка данной лигатуры способствовала увеличению прочностных характеристик сплава, повышению его истираемости. Примерно половина золотых изделий, обнаруженных в Яковлевском кургане, была изготовлена из искусственных сплавов. Для Переволочанских захоронений данная тенденция менее характерна, причем в изделиях из Переволочана-II искусственные сплавы золота вообще не встречаются.

В отдельных изделиях в небольших количествах встречаются железо, марганец, никель, олово и свинец. Свинец является крайне нежелательной добавкой в лигатуру. Даже ничтожное его количество (0,05 %) делает золотые сплавы хрупкими и непригодными к обработке. Свинец редко содержится в природном золоте, и наличие его в одной из ворворок (обр. Я-7) можно объяснить попаданием в сплав из припоя.

Олово в количествах менее 4 % практически не влияет на прочностные свойства сплава. Следы олова в первые десятки процента отмечены примерно в половине золотых изделий. Вероятно, оно также могло попасть в сплав из припоя при многочисленных переплавках материала.

Никель придает золотому сплаву твердость. Большие концентрации (более 7 %) данного металла изменяют цвет благородного сплава на бледно-желтый. Также повышается и его твердость. Однако в древних изделиях содержание никеля составляет сотые доли процента. Столь малые концентрации свидетельствуют о естественной примеси данного элемента в руде. Наибольшее число «никельсодержащих» золотых предметов (85 % от общего числа) обнаружено в захоронениях курганного могильника Переволочан-II. На других объектах доля изделий, в сплавах которых присутствует никель, значительно снижена: Переволочан-I – 27 %, Яковлевка-II – до 8 %.

Включения осмия были выявлены при исследовании под микроскопом полированных препаратов из фрагментов золотых изделий (рис. 8.9). Одно из них находится в литой декоративной накладке из кургана № 11 могильника Переволочан-I (обр. 11.5.8). Форма включения близка к треугольной, размеры 8?10 мкм. Второе обнаружено в кургане Яковлева-II в височной подвеске-серьге (обр. Я-3). Размер включения 16?22 мкм, форма линзовидная.

Данные о составе включений осмия и вмещающего золота представлены в таблице 8.6. Помимо осмия, в состав минерала входят иридий и рутений. Состав минерала (мас. %): Os 70–74; Ir 20–25; Ru 1–8. По соотношению атомов оба образца относятся к осмию иридийстому с рутением (*1б* Филлиповки-1).

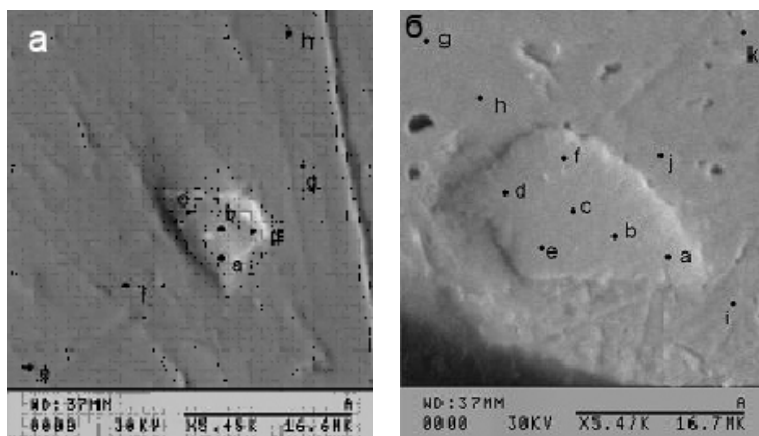


Рис. 8.9. Снимки зерен минералов группы осмия в золотых изделиях могильников Переволочан-І и Яковлевского кургана. Изображения зерен осмия во вторичных электронах. А – Переволочанский курган № 11; Б – Яковлевский курган.

Таблица 8.6

Состав включений зерен осмия в древних золотых изделиях из могильников Переволочан I и Яковлевского кургана

№ образца	№ анализа	Содержание, мас. %				Кристаллохимическая формула
		Os	Ir	Ru	Сумма	
11.5.8	17150a	74,36	20,36	5,14	99,86	Os_{0,68}Ir_{0,20}Ru_{0,12}
	17150b	71,74	20,96	7,32	100,02	
	17150c	71,55	21,24	6,52	99,31	
	17150d	69,78	22,02	8,27	100,07	
	Среднее	71,86	21,15	6,81	99,82	
Я-3	17154a	70,5	24,68	4,09	99,27	Os_{0,70}Ir_{0,23}Ru_{0,07}
	17154b	71,97	24,07	3,77	99,81	
	17154c	71,58	24,02	4,33	99,93	
	17154d	72,30	23,95	3,37	99,62	
	17154e	73,29	24,35	2,28	99,92	
	17154f	71,46	24,16	4,44	100,06	
	Среднее	71,85	24,21	3,71	99,77	

Примечание. Анализы выполнены на электронном микроскопе РЭММА-202М (Институт минералогии УрО РАН, аналитик В.А. Котляров)

В целом, полученные результаты, несмотря на довольно ограниченное количество проведенных анализов, оказались весьма информативными. Исследования позволили установить, что в раннем железном веке наряду с природным золотом для производства золотых изделий начали применяться и искусственные сплавы, в которых в качестве основной лигатуры использовалась медь. Выявленные колебания составов изделий отражают как естественную неоднородность природного золота, так и изменения, вызванные многочисленными переплавками материала. Близость составов отдельных украшений говорит о едином источнике материала и одновременности их изготовления древними мастерами. Наличие в золотых изделиях индикаторных примесей никеля и зерен осмия свидетельствует о непосредственной связи сырьевых источников с золотоносными гипербазитами крупных разломов Уральского региона.

Могильник Кичигино I

Могильник находится на северном берегу Южноуральского водохранилища, в 1,5 км к западу от села Кичигино, Увельского района, Челябинской области. Могильник занимает площадку на вершине господствующей возвышенности в излучине реки Увелька при впадении в нее реки Кабанка. Географически могильник находится на крайнем юге лесостепной зоны Южного Зауралья.

Могильник состоит из 12 курганов, расположенных нерегулярной цепочкой, вытянутой вдоль общей направленности склона возвышенности (ЗСЗ – ВЮВ). Диаметр их грунтовых насыпей колеблется от 14 до 35 м при высоте 0,1–1,5 м. Условно все курганы могут быть поделены на две группы – западную, занимающую наиболее возвышенную часть площадки и состоящую, в основном, из крупных курганов (3, 4, 5, 8, 9), и восточную – курганы 1, 2, 7, 10. Отдельно находится курган 6.

Памятник впервые описан К.В. Сальниковым и Н.П. Кипарисовой, проводившими в 1951 г. разведочные работы по берегу р. Увельки [Сальников, Кипарисова, 1951]. Уже тогда была отмечена сильная распаханность курганных насыпей. В последние годы они стали быстро уменьшаться в размерах. Очевидно, была пройдена некая критическая точка, когда в результате многолетней распашки нивелировка насыпей приобрела интенсивный характер. При обследовании памятника в 2005 г. уже не удалось обнаружить два небольших кургана, замыкающих цепочку на восточной оконечности возвышенности и отмеченных на плане 1951 г. [Плешанов, 2006]. На распаханной поверхности ряда насыпей были отмечены обширные пятна прокала и фрагменты обожженного дерева. Угроза полного исчезновения курганов заставила начать в 2006 г. планомерное исследование могильника, в котором приняли участие Южно-Уральский государственный университет, Южно-Уральский филиал Института истории и археологии УрО РАН, Челябинский

научный центр УрО РАН и Челябинский областной краеведческий музей. Два кургана, раскопанные в 2006 г., дали материал первой половины IV в. до н. э. – довольно интересный, но вполне обычный для зауральского варианта прохоровской археологической культуры [Боталов, 2007].

В 2007 г. исследован курган 3, входящий в западную группу [Таиров и др., 2008]. Диаметр его земляной насыпи составлял 30 м, высота насыпи над современной поверхностью не превышала 0,5 м. На распаханной вершине насыпи отмечались пятна прокала интенсивно-красного цвета. В результате исследований получен уникальный для Южного Зауралья материал в виде золотых изделий (рис. 8.10).

В южной половине подкурганной площадки было выявлено пять могильных ям, впущенных в уже существующую насыпь кургана. Располагались они полукольцом вокруг центрального погребального сооружения. Особенно интересным оказалось захоронение женщины в могильной яме 5. Рукава и верх ее платья были расшиты мелким бисером, а обшлаг правого рукава еще

Отформатирован

Шрифт: 11 пт,
русский
(Россия)

Удалено: 1



Рис. 8.10. Золотые изделия из Кичигинского могильника (курган № 3).

а – золотая гривна и два браслета в 1,5 оборота, бронзовая основа которых обложена золотым листом; б – золотые бляшки. V–IV вв. до н. э.

и листочками тонкой золотой фольги. Запястья обеих рук украшали браслеты в 1,5 оборота, бронзовая основа которых обложена золотым листом, и низки бус из полосчатого агата. На безымянный палец правой руки было надето спиральное многовитковое кольцо из золотой круглой в сечении проволоки. На месте левой кисти находился, вероятно, протез из органического материала, на палец которого тоже было надето аналогичное кольцо. На шее женщины находилась гривна с зооморфными окончаниями в виде лежащих хищников. Основу ее составляет гладкое полукольцо, изготовленное путем обкладки золотым листом бронзовой круглой в сечении проволоки. На концы полукольца надеты спаянные из двух половин окончания с бронзовой основой между ними.

Гривна с зооморфными окончаниями из могильной ямы 5 наиболее близка гривнам Ставропольского (Казинского) клада, набор украшений которого Е.Ф. Королькова отнесла «к V–IV вв. до н. э. (более вероятно – к IV в. до н. э.)», подчеркнув при этом, что гривны клада, отмеченные чертами восточного звериного стиля, свидетельствуют о проникновении в Прикубанье каких-то групп населения из восточных регионов, возможно, из Южного Приуралья [Королькова, 1995]. Отметим также сходство орнаментального оформления области бедер, плечевого пояса и гривы хищника на кичигинской гривне и ряде изделий из Филипповского 1-го кургана [Пшеничнюк, 2003]. Все вводные погребения в кургане 3 совершены в течение конца V – середины IV вв. до н. э.

В 2008 г. был исследован курган 5, который является самым крупным в западной группе. Диаметр его насыпи 35 м, при высоте 1,5 м. Раскопки показали, что первоначально земляная конструкция кургана была покрыта «панцирем» из 1–3 слоев камня средних и крупных размеров. В центре подкурганной площадки находилась погребальная камера с захоронением мужчины. Слева от него был расположен горит, украшенный по краю пятью рельефными золотыми бляшками в виде лежащего хищника из породы кошачьих. На груди погребенного найдена рельефная золотая бляшка, аналогичная бляшкам горита, но чуть более крупная. Головной убор мужчины был украшен двумя золотыми ажурными пластинами со сложным орнаментом. В северо-восточном углу погребальной камеры находились остатки деревянного сосуда, украшенного тремя золотыми овальными обкладками (проба № 7к), крепившимися к нему с помощью золотых гвоздиков.

По конструкции погребения и характеру инвентаря курган 5 относится к сакскому времени и датируется второй половины VII в. до н. э.

Включения осмия выявлены в золотом браслете (курган 3) и в золотой фольге обкладки деревянного сосуда (курган 5). Состав золота обоих предметов близок (мас. %): Au 71,20–73,76; Ag 21,96–24,83; Cu 3,15–4,84 (рис. 8.11; табл. 8.7–8.9).

Таблица 8.8

Состав золотых и серебряных изделий из кургана 5 могильника Кичигино

№ п/п	Изделие	№ пробы	№ анализа	Кол-во анал.	Содержание, мас. %			Пробность
					Au	Ag	Cu	
1	Обойма конусовидная	1-К	1–6	6	94,07	4,84	–	951
2	Ворворка конусовидная из-под оселка	2-К	1–6	6	91,92	4,30	3,84	918
3	Ворворка из поясного набора	3-К	1–6	6	94,56	4,51	–	954
4	Обкладка деревянного предмета	5-1-К	1–6	6	81,73	13,35	5,13	815
		5-2-К	7–12	6	81,28	13,54	4,91	815
		5-3-К	13–18	6	81,40	13,10	5,06	817
		5-4-К	19–24	6	81,14	13,07	5,80	811
5	Фольга головного убора ажурная	6-1-К	1–6	6	95,12	4,81	0,16	950
		6-2-К	7–12	6	94,65	4,59	0,31	950
6	Обкладка деревянного сосуда	7-К	15286e–h	4	71,52	24,37	3,79	717
		8-К	14344a–f	6	81,84	14,29	3,68	819
		9-К	14344g–i	3	86,58	9,88	3,36	867
		10-К	1–2	2	93,41	5,17	–	947
		11-К	14344n–r	5	85,28	10,17	4,41	854
7	Фольга предмета у левого плеча (колчаный крюк?)	12-К	1–2	2	94,02	5,18	–	947
		12-1-К	1–6	6	94,82	4,90	–	950
		12-2-К	7–13	7	95,32	4,63	0,08	952

Окончание табл. 8.8

№ п/п	Изделие	№ пробы	№ анализа	Кол-во анал.	Содержание, мас. %			Пробность
					Au	Ag	Cu	
8	Обойма из фольги (ширина 2 см, длина ~ 5 см)	13-1-К	15301a-d	5	96,51	2,77	0,41	968
		13-2-К	1-8	8	94,64	4,98	0,15	948
9	Бляшка «львица» колчана (нижняя)	14-К	15302a-d	5	94,34	3,04	2,19	947
10	Бляшка «львица» колчана (нижняя) – у морды	15-К	15303a-d	5	95,87	2,80	0,93	962
11	Бляшка «львицы» колчана (нижняя) – с хвоста	16-К	15304a-g	8	96,39	3,00	0,27	967
12	Бляшка «лев» с груди	17-К	1-4, 6-8	7	94,29	5,25	–	947
13	Серьга (лев с колечком)	18-1-К	1-2, 1-2a	4	94,30	5,25	–	947
		18-2-К	1-7	7	94,72	4,98	0,08	949
14	Обкладка древка стрелы, колечко	19-К	1-6	6	91,97	4,65	3,56	918
15	Обкладка древка стрелы, колечко	20-К	1, 2, 4-6	5	95,06	5,35	–	946
16	Бляшка с горита	22-1-К	1-4, 6	5	95,66	4,81	0,15	950
		22-2-К	15300a-h	8	95,92	3,02	0,62	963
		25-К	1-6	6	95,09	4,80	–	951
		26-К	1-6	6	94,37	4,83	0,08	950

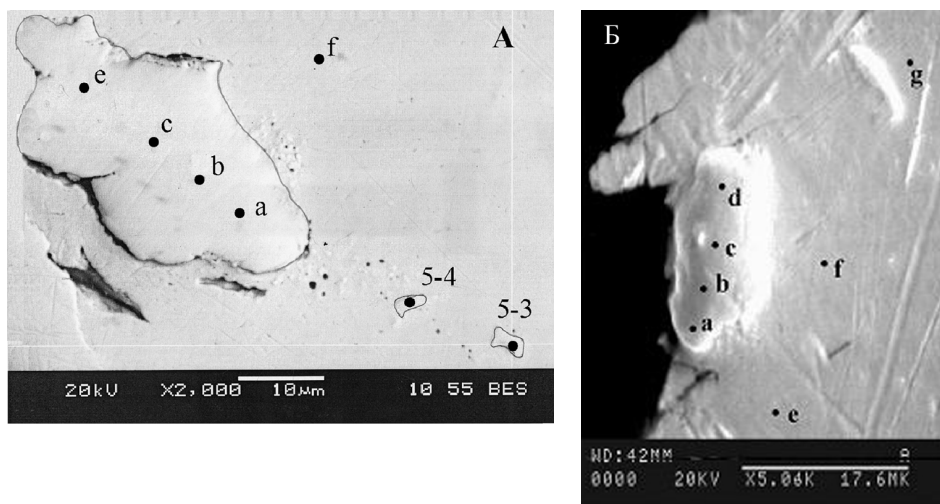


Рис. 8.11. Снимки зерен минералов группы осмия в золотых изделиях Кичи-гинского могильника. Изображения зерен осмия во вторичных электронах.

А – курган № 3, проба № 5 (микроскоп JSM-6460LV. Оператор О. В. Самойлова); Б – курган № 5, проба 7к (микроскоп РЭММА-202М, оператор В. А. Котляров). Черные кружки – точки анализов

В фольге, покрывающей браслет, В.В. Зайковым установлено три включения минералов группы осмия (см. рис. 8.11; табл. 8.10). Первое размером 45?20 мкм имеет состав (мас. %): Os 48,14–51,51; Ir 34,89–37,63; Ru 13,07–14,42. Два примыкающих зерна очень малы: 3–5 мкм – и содержат больше иридия и рутения, чем осмия. Четвертое зерно выявлено в фольге, наложенной на деревянное изделие. Размеры его 5?20 мкм, состав (мас. %): Os 43,30–50,58; Ir 11,19–12,37; Ru 36,64–44,98.

Сравнение состава включений показывает, что они очень разнородны. Только в зерне № 1 преобладает осмий (если сравнивать атомные количества) и его можно назвать *осмием иридистым* [Кобяшев, Никандров, 2007] (1в Филипповки-1). Зерно № 2 характеризуется резким преобладанием иридия и минимальным содержанием осмия, оно относится к *иридию рутенистому* (аналога в Филипповке-1 нет). В зернах № 3 и 4 преобладает рутений, в первом случае это *рутений иридистый*, во втором – *рутений осмистый* (2а Филипповки-1).

Могильник Магнитный

Некрополь находится на вершине господствующей возвышенности в 2,5 км к северо-западу от поселка Магнитный, Агаповского района, Челябинской области. Некрополь состоит из более чем 30 грунтовых сооружений округлой, подпрямоугольной и гантелевидной формы. В состав могильника входит

Таблица 8.7

Состав золотых и серебряных изделий из кургана 3 могильника Кичигино

№ п/п	Изделие	Инв. номер	№ пробы	Номера анализов	Кол-во анал.	Содержание, мас. %			Пробность
						Au	Ag	Cu	
1	Фрагмент изделия ?	МЯ-5	К-1	2, 7, 9, 19*	4	82,80	13,22	4,33	825
2	Гривна	МЯ5-Гр	К-4а	14342f-j	5	85,30	11,04	3,56	854
3	Гривна		К-4b	15201f-j	5	84,61	11,33	3,57	850
4	Гривна	МЯ5-Гр		1-5*	5	85,30	11,04	3,56	854
5	Гривна	МЯ5-Гр		6-12*	7	81,80	14,39	4,41	813
6	Браслет	МЯ5-Бр1	К-5	15201а-о	10	72,01	24,34	3,28	723
7	Браслет		К-5-1	1-6*	6	72,68	23,23	3,95	728
8	Фольга	МЯ-5 Ф-1	К-1-7	2, 6-8, 18-22*	9	64,63	32,43	3,02	646
9	Фольга	МЯ-5 Ф-2	К-2-7	9-11*	3	77,46	21,79	0,43	777
10	Кольцо спиральное	МЯ5-К	К-8	14344	6	81,84	14,30	3,77	819
11	Подвеска височная	МЯ3-П	К-9	1-7*	7	82,03	13,99	3,45	825
12	Бляшка правой руки	МЯ5-Бл	К-11	1, 2, 6, 9, 10*	5	83,39	11,85	4,47	836
13	Подвеска височная, основная часть	МЯ4-П	К-2	11, 12, 14, 16*	4	15,16	84,01	2,46	
14	Подвеска височная, подвесная спираль	МЯ4-Сп	К-3	14342, 14342а-е	6	–	97,88	1,83	–
15	Гривна	МЯ4-Гр	К-12	4, 6-10, 12*	7	–	96,88	2,92	–
16	Гривна	МЯ3-Гр	К-18	1-11*	6	8,06	75,93	2,94	–

Примечания:

1. * – анализы выполнены на приборе JEOL-733, оператор Е.И. Чурин; остальные анализы – на микроанализаторе РЭММА-202М, оператор В.А. Котляров;

2. Местоположение изделий: 1, 4-8, 10 – могильная яма № 5; 2, 3, 11 – могильная яма № 4; 9, 12, 14 – могильная яма № 3; – могильная яма № 7

Таблица 8.7

Состав золотых и серебряных изделий из кургана 3 могильника Кичигино

№ п/п	Изделие	Инв. номер	№ пробы	Номера анализов	Кол-во анализ.	Содержание, мас. %			Пробность
						Au	Ag	Cu	
1	Фрагмент изделия ?	МЯ-5	К-1	2, 7, 9, 19*	4	82,80	13,22	4,33	825
2	Гривна	МЯ5-Гр	К-4a	14342f-j	5	85,30	11,04	3,56	854
3	Гривна		К-4b	15201f-j	5	84,61	11,33	3,57	850
4	Гривна	МЯ5-Гр		1–5*	5	85,30	11,04	3,56	854
5	Гривна	МЯ5-Гр		6–12*	7	81,80	14,39	4,41	813
6	Браслет	МЯ5-Бр1	К-5	15201a-o	10	72,01	24,34	3,28	723
7	Браслет		К-5-1	1–6*	6	72,68	23,23	3,95	728
8	Фольга	МЯ-5 Ф-1	К-1-7	2, 6–8, 18–22*	9	64,63	32,43	3,02	646
9	Фольга	МЯ-5 Ф-2	К-2-7	9–11*	3	77,46	21,79	0,43	777
10	Кольцо спиральное	МЯ5-К	К-8	14344	6	81,84	14,30	3,77	819
11	Подвеска височная	МЯ3-П	К-9	1–7*	7	82,03	13,99	3,45	825
12	Бляшка правой руки	МЯ5-Бл	К-11	1, 2, 6, 9, 10*	5	83,39	11,85	4,47	836
13	Подвеска височная, основная часть	МЯ4-П	К-2	11, 12, 14, 16*	4	15,16	84,01	2,46	
14	Подвеска височная, подвесная спираль	МЯ4-Сп	К-3	14342, 14342a-e	6	–	97,88	1,83	–
15	Гривна	МЯ4-Гр	К-12	4, 6–10, 12*	7	–	96,88	2,92	–
16	Гривна	МЯ3-Гр	К-18	1–11*	6	8,06	75,93	2,94	–

Примечания:

1. * – анализы выполнены на приборе JEOL-733, оператор Е.И. Чурин; остальные анализы – на микроанализаторе РЭММА-202М, оператор В.А. Котляров;

2. Местоположение изделий: 1, 4–8, 10 – могильная яма № 5; 2, 3, 11 – могильная яма № 4; 9, 12, 14 – могильная яма № 3; – могильная яма № 7

и курган с «усами». Было полностью исследовано самое крупное сооружение могильника (курган 21), представляющее собой округлую земляную конструкцию диаметром около 30 м и высотой почти 2 м. Основное погребение было совершено под западной полкой кургана, поэтому оно оказалось непо тревоженным, несмотря на неоднократные поиски его грабителями.

Таблица 8.9

Сопоставление результатов рентгенофлуоресцентного и микрозондового анализа древних золотых изделий Кичигинского могильника

№ обр.	Изделие	Кол-во анализов	Среднее содержание, мас. %		
			Au	Ag	Cu
1	Ворворка малая № 3	$\frac{4}{6}$	<u>94,72</u>	<u>4,84</u>	<u>0,31</u>
			94,07	4,84	н.о.
2	Ворворка малая № 1	$\frac{6}{6}$	<u>94,40</u>	<u>4,80</u>	<u>0,51</u>
			91,92	4,30	3,84
3	Ворворка большая	$\frac{6}{6}$	<u>93,74</u>	<u>4,72</u>	<u>0,51</u>
			94,56	4,51	н.о.
6	Пластина ажурная большая	$\frac{6}{2}$	<u>94,31</u>	<u>5,28</u>	<u>н.о.</u>
			95,21	5,39	н.о.
7	Оковка сосуда малая	$\frac{8}{5}$	<u>93,99</u>	<u>4,78</u>	<u>0,74</u>
			97,28	2,38	0,13
10	Накладка на сосуд № 1	$\frac{6}{2}$	<u>95,21</u>	<u>4,74</u>	<u>н.о.</u>
			93,41	5,17	н.о.
11	Накладка на сосуд № 2	$\frac{4}{4}$	<u>94,64</u>	<u>4,97</u>	<u>0,33</u>
			94,01	5,19	н.о.
12	Обкладка крюка	$\frac{6}{2}$	<u>94,50</u>	<u>4,66</u>	<u>0,56</u>
			94,01	5,19	н.о.
13	Обкладка большая	$\frac{6}{2}$	<u>94,49</u>	<u>4,83</u>	<u>0,33</u>
			94,28	4,98	н.о.
14	Бляшка (№ 5) в виде лежащего льва с горита	$\frac{8}{4}$	<u>93,92</u>	<u>4,54</u>	<u>0,88</u>
			94,17	3,01	3,36
17	Бляшка в виде лежащего льва с груди погребенного	$\frac{6}{6}$	<u>93,57</u>	<u>5,17</u>	<u>1,16</u>
			93,43	5,43	н.о.
18	Серьга	$\frac{10}{6}$	<u>94,30</u>	<u>5,42</u>	<u>н.о.</u>
			94,76	5,26	н.о.
19	Обкладка древка стрелы	$\frac{6}{6}$	<u>94,03</u>	<u>4,88</u>	<u>н.о.</u>
			91,97	4,65	3,57
20	Бляшка (№ 1) в виде лежащего льва с горита	$\frac{10}{6}$	<u>92,00</u>	<u>6,32</u>	<u>1,42</u>
			94,56	5,32	н.о.

Примечания:

1. В числителе приведены средние значения рентгенофлуоресцентного анализа (прибор – INNOV-X α 400) в знаменателе – рентгеноспектрального микроанализа (прибор JEOL-733);

2. н.о. – элемент не определен

Таблица 8.10

**Результаты рентгеноспектрального анализа минералов осмия
в золотых изделиях из Кичигинских курганов (коллекция А.Д. Таирова)**

№ кургана / № образца	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %				Кристаллохимическая формула
			Os	Ir	Ru	Сумма	
3/К-5	1	15194a	51,51	35,15	13,07	99,73	
		15194b	48,33	36,94	14,35	99,62	
		15194c	50,49	34,89	14,42	99,80	
		15194e	48,14	37,63	13,84	99,61	
		Среднее	49,62	36,82	14,02	100,45	Os_{0,44}Ir_{0,32}Ru_{0,24}
	2	5-3	1,48	78,43	12,47	100,00	Ir_{0,76}Ru_{0,23}Os_{0,01}
3	5-4	13,79	22,06	36,15	99,99	Ru_{0,66}Ir_{0,21}Os_{0,13}	
5/7-К	4	15286a	50,58	12,37	36,67	99,62	
		15286b	47,67	12,12	39,64	99,43	
		15286c	43,37	11,58	44,82	99,77	
		15286d	43,30	11,19	44,98	99,47	
		Среднее	46,23	11,82	41,53	99,57	Ru_{0,57}Os_{0,34}Ir_{0,09}

Примечание. Анализы выполнены на электронных микроскопах: РЭММА-202М (анализы 15194a-e и 15286a-g, оператор В.А. Котляров); JSM-6460LV (анализы 5-3, 5-4, оператор О.В. Самойлова) и микрозонде JEOL-733 (анализы МЯ-5, 5-2, оператор Е.И. Чурин)

В могильной яме с подбоем вдоль продольной западной стенки выявлено захоронение в деревянной колоде. Пожилая женщина была уложена на спину, головой на север.

У южной стенки погребальной камеры помещен набор бронзовой посуды, включающий ойнохойю (кувшин с вертикальной ручкой), ковш, ситечко, а также железный черпак, красноглиняный гончарный плоскодонный горшок и глиняную миску. Между набором посуды и торцевой стенкой колоды находились бронзовое зеркало, костяная игольница с железной иглой, железные ножницы и ряд других предметов. Здесь была положена сумочка, расшитая синим и золотисто-желтым стеклянным бисером, бусами из кристаллов пирита и золотыми бляшками двух типов – полусферическими и треугольными с шестью полусферическими выпуклостями.

Золотые украшения представлены бусинами, подвесками, полусферическими и треугольными нашивными бляшками. Шею погребенной украшало ожерелье, состоящее из круглых золотых бусин, разделяющих круглые и листовидные золотые подвески со вставками граната в обрамлении зерни. На плече погребенной находилась бронзовая фибула. Рукава и ворот одежды

были расшиты золотыми бляшками волнообразной формы. Обувь украшалась золотыми полусферическими бляшками.

Набор бронзовой и стеклянной посуды, имеющий аналоги в позднеримских древностях Восточной Европы, позволяет отнести погребение к гунно-сарматскому времени и датировать его III в. н. э.

Включения осмия. Исследованные золотые изделия представлены подвесками, бусинами и нашивными бляшками. Состав золота варьирует в пределах (мас. %): Au 80–99; Ag 0–16; Cu 0–6. Сопоставление результатов анализа микрозондовым и рентгенофлуоресцентным методом показало хорошую сходимость (табл. 8.11). Для каждого типа изделий состав близок, за исключением треугольных бляшек. В них состав золота представлен двумя группами анализов (мас. %): Au 93–94; Ag 5; Cu 1 и Au 83–85; Ag 12–13; Cu 3.

Таблица 8.11

**Сопоставление результатов рентгенофлуоресцентного
и микрозондового анализа древних золотых изделий
из кургана 21 могильника Магнитный**

№ обр.	Изделие	Кол-во анализов	Среднее содержание, мас. %		
			Au	Ag	Cu
M1	Бляшки с одежды из заполнения нор	10	82,20	14,44	3,15
		6	81,52	14,49	3,87
M2	Бляшки полусферические	11	99,47	–	0,01
		6	99,22	0,52	0,20
M3-28	Бляшки треугольные	16	93,06	5,47	1,12
		6	93,44	5,60	1,03
M3-29	Бляшки треугольные	3	84,67	12,53	2,65
		6	83,89	12,87	3,38
M4	Бляшки с одежды (левый рукав)	9	81,57	14,91	3,43
		6	80,96	14,00	4,50
M5	Бляшки с одежды (правый рукав)	9	82,21	14,32	3,28
		6	78,69	14,58	4,52
M6	Бляшки с одежды (ворот)	9	81,99	14,47	3,39
		7	80,59	14,58	4,52
M8	Бусы ожерелья	6	81,53	13,54	4,67
		7	81,76	12,74	5,28

Примечание. В числителе приведены средние значения рентгенофлуоресцентного анализа (прибор – INNOV-X α 400; операторы П.В. Хворов, А.Д. Таиров) в знаменателе – рентгеноспектрального микроанализа (микрозонд JEOL-733; оператор Е.И. Чурин)

Таблица 8.12

**Результаты рентгеноспектрального анализа зерен минералов группы осмия
в золотых изделиях могильника Магнитный**

№ обр.	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %							Кристаллохимическая формула
			Os	Ir	Ru	Pt	Rh	Fe	Сумма	
M2-1	1	17590a	38,16	51,36	7,96	–	0,51	1,96	99,95	Ir_{0.45}Os_{0.36}Ru_{0.12}Fe_{0.06}Rh_{0.01}
		17590b	41,95	49,18	6,71	–	0,28	1,82	99,94	
		Среднее	40,06	50,27	7,34	–	0,40	1,89	99,96	
M2-1	2	17589a	3,88	33,09	30,21	2,42	3,88	0,48	99,40	Ru_{0.43}Os_{0.26}Ir_{0.23}Rh_{0.05}Pt_{0.02}Fe_{0.01}
		17589b	3,25	33,30	30,22	2,67	3,25	0,54	99,58	
		17589c	3,44	33,56	28,26	2,75	3,44	0,58	99,81	
		17589d	3,46	31,61	30,78	3,18	3,46	0,46	99,60	
		Среднее	3,51	32,89	29,87	2,76	3,51	0,52	99,60	
M2-A	3	17553a	46,75	39,37	12,48	–	0,45	0,89	99,94	Os_{0.41}Ir_{0.34}Ru_{0.21}Fe_{0.03}Rh_{0.01}
		17553b	46,38	40,24	11,17	–	1,14	0,95	99,89	
		17553c	46,71	38,21	13,57	–	0,63	0,85	99,97	
		17553d	45,79	39,26	12,48	–	1,11	0,95	99,59	
		17553e	47,10	39,38	11,60	–	0,87	1,02	99,97	
		Среднее	46,55	39,29	12,26	–	0,84	0,93	99,87	
M-II	4	17705a	75,87	14,54	8,36	–	1,13	–	99,90	Os_{0.67}Ru_{0.18}Ir_{0.13}Rh_{0.02}
		17705b	75,11	13,95	9,83	–	1,08	–	99,97	
		17705c	75,00	13,95	9,83	–	1,06	–	99,84	
		17705d	76,18	14,42	7,03	–	1,68	–	99,31	
		17705e	65,93	15,48	17,00	–	1,63	–	100,04	
		Среднее	73,62	14,47	10,41	–	1,32	–	99,81	

Окончание табл. 8.12

№ обр.	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %							Кристаллохимическая формула
			Os	Ir	Ru	Pt	Rh	Fe	Сумма	
МЗ-1	5	17592a	61,31	35,72	2,19	–	0,07	0,20	99,49	Os_{0,59}Ir_{0,36}Ru_{0,04}Fe_{0,01}
		17592b	59,72	37,12	2,34	–	0,60	0,18	99,96	
		17592c	58,61	38,43	2,51	–	0,00	0,24	99,79	
		17592d	59,82	36,97	2,44	–	0,43	0,14	99,80	
		17592e	59,86	36,99	2,45	–	0,42	0,14	99,86	
		Среднее	59,86	37,05	2,39	–	0,30	0,18	99,78	
МЗ-1	6	17591a	42,80	13,14	37,41	3,16	3,42	0,07	100,00	Ru_{0,52}Os_{0,32}Ir_{0,10}Rh_{0,04}Pt_{0,02}
		17591b	41,87	13,07	38,18	3,19	3,04	0,08	99,43	
		17591c	43,18	12,99	37,59	3,03	3,06	0,04	99,89	
		17591d	42,57	13,26	38,08	3,02	2,99	0,05	99,97	
		17591e	43,28	12,57	37,73	3,31	2,74	0,11	99,74	
		Среднее	42,74	13,01	37,80	3,14	3,05	0,07	99,81	
М-III	7	17711d	28,13	60,96	5,72	–	–	4,94	99,75	Ir_{0,53}Os_{0,25}Fe_{0,13}Ru_{0,09}
		17711e	28,44	60,89	5,98	–	–	4,62	99,93	
		17711f	29,33	59,59	5,94	–	–	4,55	99,41	
		17711g	28,64	61,74	5,41	–	–	4,06	99,85	
		17711h	30,16	60,79	5,66	–	–	2,94	99,55	
		17711i	28,24	61,86	5,36	–	–	4,40	99,86	
		Среднее	28,82	60,97	5,68	–	–	4,25	99,73	

Примечание. Анализы выполнены на электронном микроскопе РЭММА-202М (оператор В.А. Котляров)

Таблица 8.13

**Состав минералов группы осмия и вмещающего золота
из археологических памятников Южного Зауралья**

№ п.п.	Место отбора	№ пробы	Кол-во анал. Au/Os	Предметы	Содержание, мас. %					
					зерна осмиевых минералов			золото		
					Os	Ir	Ru	Au	Ag	Cu
1	Магнитный, курган 21	M2-1	3/2	Бляшки полусферические	40,06	50,27	7,34	99,62	0,00	0,29
2		M2-1	3/4		32,89	30,06	29,87	99,48	0,26	0,19
3		M2-A	3/5		46,55	39,29	12,26	99,14	0,52	0,22
4		M-II	3/5		73,62	14,47	10,41	99,67	0,11	0,13
5		M3-28-1	3/5	Бляшки треугольные	59,86	37,05	2,39	94,99	4,04	0,86
6		M3-28-2	3/5		42,74	13,01	37,80	94,97	4,06	0,88
7		M-28-III	3/6		28,82	60,97	5,68	95,97	2,86	0,86
8	Кичигинский, курган 3	МЯ5-бр	6/4	Фольга	49,62	36,82	14,02	72,68	23,23	3,95
9	Кичигинский, курган 5	7 к	4/4	Фольга	46,23	11,82	41,53	71,52	24,37	3,79
10	Большой Климовский курган	173-БК	5/3	Фольга	33,15	33,76	27,27	75,12	22,18	2,48
11	Степной, курган 7	1637ab	5/6	Подвеска	40,78	40,56	18,38	86,28	12,13	0,89
12	Ушкаттинский, курган 12	Ук7	3/3	Подвеска	64,82	34,11	0,47	77,24	18,26	5,39

Примечания:

1. Анализы выполнены в Южно-Уральском центре коллективного пользования на микроанализаторах РЭММА-202М (оператор В.А. Котляров);
2. Рабочие коллекции: 1–10 – А.Д. Таирова; 11 – Д.Г. Здановича; 12 – В.В. Ткачева

Включения осмия (7 зерен) были выявлены в бляшках полусферических и треугольных. В девяти изделиях первого типа диаметром 4–6 мм установлено 4 зерна осмия размером от 6?15 до 100?120 микрон. Морфология их разнообразна: овальная, треугольная и четырехугольная с закругленными вершинами (рис. 8.12). Состав вмещающего золота исключительно однороден (мас. %): Au 99. В восьми бляшках треугольной формы размером 5–6 мм выявлено 3 зерна осмия. Включения имеют овальную форму и заключены в золоте состава (мас. %): Au 94; Ag 4; Cu 1.

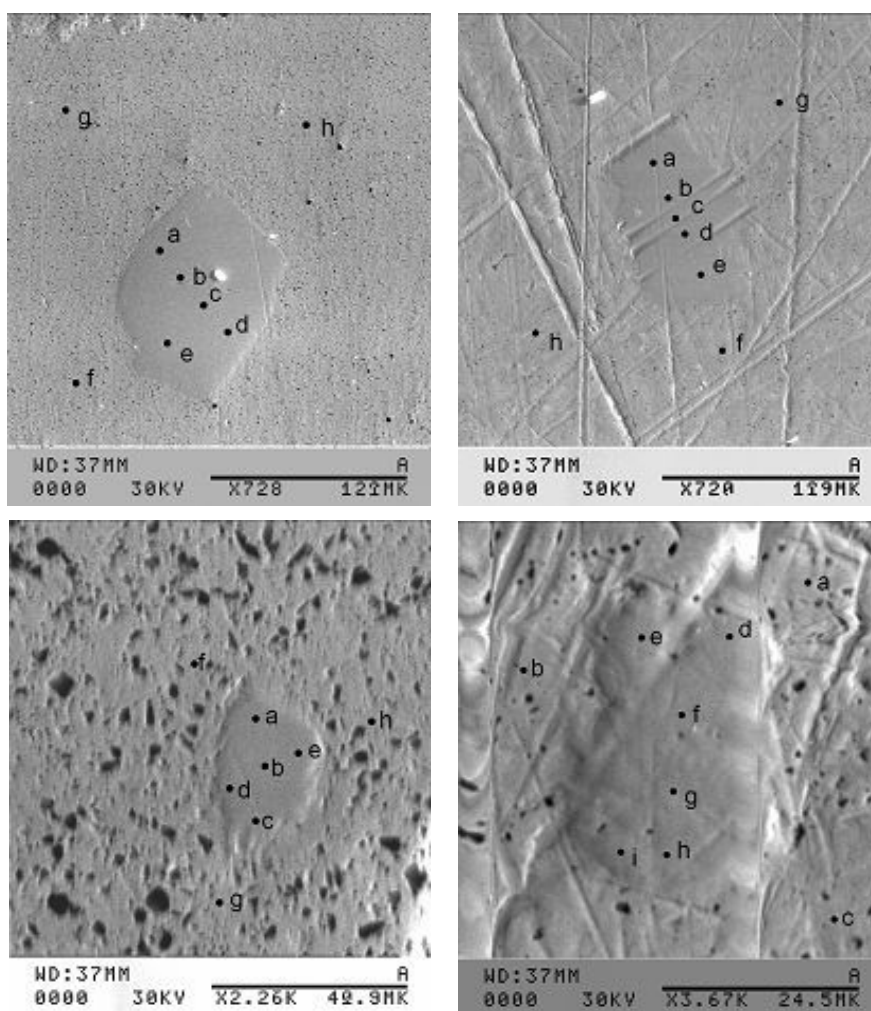


Рис. 8.12. Снимки зерен минералов группы осмия в золотых изделиях могильников Магнитный. Изображения зерен осмия во вторичных электронах

Состав осмия показан в таблице 8.12. По соотношению Os, Ru, Ir в кристаллохимических формулах в исследованных зернах выделяются три типа составов:

1 – с преобладанием осмия:

– *осмий рутенисто-иридий* – зерно № 3 (соответствует группе *1в* осмия из Филипповки-1);

– *осмий иридий-осмий* – зерно № 4 (аналогов в Филипповке-1 нет);

– *осмий иридий* – зерно № 5 (аналогов в Филипповке-1 нет);

2 – с преобладанием рутения:

– *рутений иридий-осмий, родий и платинусодержащий* – зерна № 2 и 6 (близки группе *2б* из Филипповки-1, но там нет примесей *Rh* и *Pt*);

3 – с преобладанием Ir:

– *иридий осмий*, содержащий рутений – зерна № 1, 7 (соответствуют группе *3а* из Филипповки-1, но в № 1 несколько больше Ru).

Большой Климовский курган

Курган Большой Климовский был обнаружен в 3,5 км юго-западнее села Климовка Чесменского района Челябинской области. Курганная группа, в которую он входит, состоит из двух курганов – Большого и Малого. Исследовались археологической экспедицией Челябинского государственного университета в 1983–1985 гг. [Таиров, 1987; 2000].

Диаметр Большого кургана 50 м, высота 3,5–4 м. Диаметр Малого, расположенного в 6–7 м к западу от насыпи Большого, 22–24 м, высота 0,5 м. Земляная насыпь Большого кургана сильно прокалена, местами ошлакована. Мощность прокала в центральной части насыпи достигала 2,0 м, а мощность прокала материка у краев могильной ямы – 0,8 м. Под насыпью обнаружены многочисленные остатки сложной деревянной конструкции в виде обугленных и истлевших бревен, жердей и хвороста или их отпечатков. В центре подкурганной площадки находилась обширная могильная яма подквадратной с сильно скругленными углами формы, размерами 10,4?9,5 м, глубиной 0,5 м, ориентированная по линии ССВ–ЮЮЗ. От ее СВ угла на СВВ отходил пологий коридор-дромос длиной более 6 м и шириной 0,9–1,8 м. Вдоль стенок дромоса выявлено 10 крупных столбовых ям (по 5 вдоль каждой из стенок). Могильная яма полностью ограблена в древности. В ней обнаружены лишь отдельные кости животных, кусочек золотой фольги и фрагменты бронзового котла. Большой курган датирован концом VI – началом V вв. до н. э.

Исследование золотой фольги показало следующие особенности состава (мас. %): Au 76,55; Ag 17,68; Cu 4,99 (табл. 8.13).

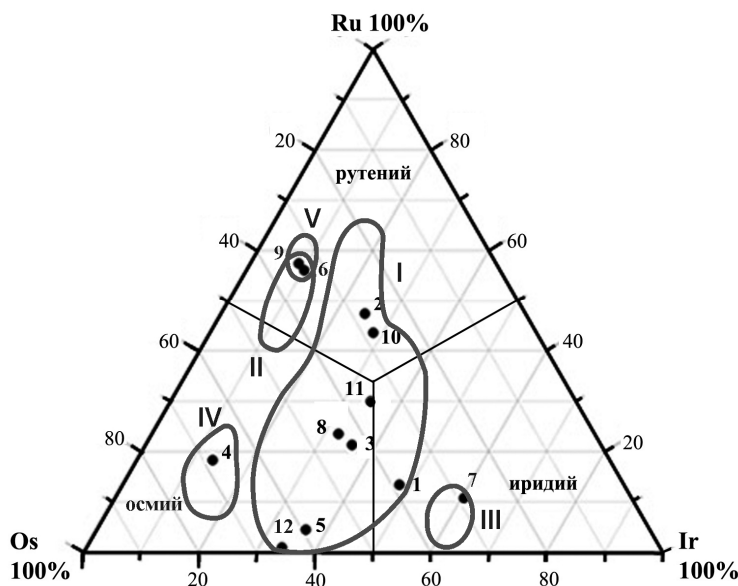


Рис. 8.13. Тройная диаграмма полей составов минералов осмия в золотых изделиях из могильника Магнитный. Арабскими цифрами обозначены № зерен таблицы 8.12. Римскими цифрами – локальные поля составов: I – зерен осмия из россыпей Урала и большинства включений в древних золотых изделиях; II, III – зерен осмия из Филипповских курганов; IV – Филипповских, Переволочанских и Яковлевских курганов; V – некоторых россыпей Среднего Урала

Выполнено три анализа минерала осмия, показавшие средний состав с соотношением: **Ru : Ir : Os 41 : 27 : 26**, при незначительном содержании Rh (4 ат. %) и Pt (2 ат. %), то есть **рутений осмисто-иридий**. Кристаллохимическая формула **$Ru_{0.41}Ir_{0.27}Os_{0.26}Rh_{0.04}Pt_{0.02}$** (от 2б Филипповки отличается почти равным содержанием Ir и Os и присутствием небольшого количества Rh).

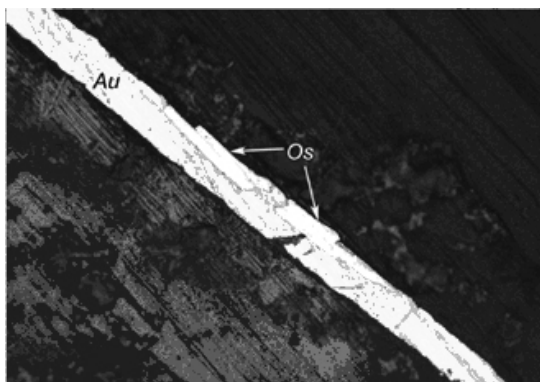
Могильник Степной

Могильник Степной изучался Д.Г. Здановичем (археологическая экспедиция Челябинского государственного университета) в 2001 г. При раскопках кургана № 7 в захоронении № 19 была обнаружена желобчатая подвеска в 2,5 оборота спиралевидной формы диаметром 0,7–1,5 см, покрытая золотой фольгой. Толщина фольги составляла 40–50 мкм. Под микроскопом в металле были обнаружены два пластинчатых зерна осмия величиной 100–150 мкм (рис. 8.14; табл. 8.14). Химический состав минерала приведен в таблице 8.13. Соотношение атомных количеств Os : Ir : Ru – 35 : 35 : 30. Кристаллохимическая формула **$Os_{0.35}Ir_{0.35}Ru_{0.30}$** . Минерал можно бы сопоставить с осмием рутенисто-

Отформатирован
Шрифт: 11 пт,
русский
(Россия)

Отформатирован
Шрифт: 11 пт,
русский
(Россия)

Рис. 8.14. Фотография зерен осмия в полированном шлифе из фольги кургана Степного, отраженный свет, ширина снимка 0,6 мм



иридистым (**1в** Филипповки), но практически равное содержание иридия и осмия в минерале (около 40 мас. %) заставляет называть его **рутениевым иридо-осмидом**. Концентрация рутения высока – 18 мас. %.

Могильник Ушкаттынский

Могильник расположена в 9 км юго-восточнее пос. Домбаровский, Домбаровского района, Оренбургская области, на левом берегу реки Ушкатта и состоит из 22 курганов. Центральные погребения, как правило, были разграблены. Вокруг них осуществлялись впускные погребения. По особенностям конструкции и найденному инвентарю погребения в исследованных курганах датируются XV–XIII вв. до н. э. и относятся к алакульской археологической культуре.

Археологические раскопки, проведенные В.В. Ткачевым (Орский гуманитарно-технологический институт) в 2005–2007 гг., выявили в захоронениях около двадцати золотых изделий различного рода, отличающихся техникой исполнения. В одном из захоронений (курган № 12, погребение № 3) была обнаружена височная подвеска в полтора оборота желобчатой формы, орнаментированная в технике чеканки. Анализ металла показал, что украшение было изготовлено из среднепробного сплава с относительно большим содержанием меди (см. табл. 8.13). Присутствие меди в золоте в количестве более 4 % в подавляющем большинстве случаев указывает на сознательную добавку данного элемента в металл, с целью улучшения прочностных характеристик сплава и повышения его истираемости.

При изучении металла под микроскопом в нем были выявлены пластинчатые включения иридистого осмия. Форма включений близка к треугольной, размеры 8?10 мкм. Данный минерал характеризуется высокими содержаниями Os (65 мас. %), довольно большим содержанием Ir (до 34 мас. %) и крайне низкими концентрациями рутения (менее 0,5 мас. %), последняя характеристика отличает зерно от типа **1в** Филипповки. Кристаллохимическая формула минерала – $Os_{0.65}Ir_{0.34}Ru_{0.01}$ (близость атомных и весовых количеств объясняется близостью атомных весов Os и Ir и весьма малым количеством Ru).

Таблица 8.14

Состав золота с включениями осмия из курганов Южного Урала

№ п/п	Место отбора	Датировка погребения	№ пробы	Предмет	Кол-во анал.	Содержание, мас. %			
						Au	Ag	Cu	Сумма
1	Филипповский № 4	V–IV вв. до н. э.	7-1	Инкрустация меча	11	97,52	0,82	1,29	99,63
2	Уфа – II	VII–IX н. э.	UGO-12-3	Спираль	6	63,10	31,18	5,41	99,69
3	Уфа – II	VII–IX н. э.	UGO-12-4	Проволока	3	97,00	2,70	0,30	100,00
4	Переволочан-I	IV вв. до н. э.	11.5.8	Накладка	4	87,05	4,23	8,67	99,95
5	Яковлевка	IV вв. до н. э.	Я-3	Подвеска	5	79,88	18,44	2,64	100,96
6	Кичигинский № 3	IV вв. до н. э.	МЯ5–бр	Фольга	6	72,68	23,23	3,95	99,86
7	Кичигинский № 5	IV вв. до н. э.	7 к	Фольга	4	71,52	24,37	3,79	99,68
8	Степной	XV–XIV вв. до н. э.	1637ab	Подвеска	5	86,28	12,13	0,89	99,30
9	Бол. Климовский	V в. до н. э.	173-БК	Фольга	7	76,55	17,68	4,29	98,53
10	Магнитный	III в. до н. э.	М-2	Бляшка полусферическая	3	99,48	0,26	0,19	99,93
11	Магнитный	III в. до н. э.	М-3-28	Бляшка треугольная	5	94,97	4,06	0,88	99,91
12	Ушкаттынский	XIII-XV до н. э.	Ук7	Подвеска	3	77,02	17,99	4,99	100,00

8.4. Состав золота и осмия из археологических памятников Южного Урала и источники благородных металлов

Состав золотых изделий с включениями осмия. Состав золота с включениями осмия очень разнообразен: от весьма высокопробного до низкопробного (см. табл. 8.13; 8.2; 8.4). Наиболее чистое золото отмечено в пробе М-2 могильника Магнитный (Au более 99 %). Немного уступает проба М-3 (Au 95 %). Высокая пробность золота отмечена в артефактах из Филипповского кургана: 98 % в накладке меча, 90–92 % в золотой аппликация колчанного крюка и железной проколки (см. табл. 8.2) и в образце У2 ГО12-4а из поселения Уфа-II (Au 97 %, см. табл. 8.4). Содержание золота 95 % отмечено также в височной серьге из кургана 12 Переволочанских могильников, характеризующихся большим разнообразием состава золотых изделий (см. табл. 8.5).

Фольга из Степного имеет среднее содержание по 5 анализам (мас. %): Au 86,28; Ag 12,13; Cu 0,89. Золотые накладки из Переволочана содержат Au 81–87 %, в этих изделиях обнаружено очень высокое содержание меди – до 8 %.

Соседняя градация с содержанием золота 75–80 % характеризует изделия из Большого Климовского и Ушкаттынского курганов, а также часть изделий из Яковлевских могильников (погребения 3, 6). В них близки содержания серебра (18–22 %) и меди (3–5 %), хотя они расположены в различных частях региона.

Завершает ряд проба из поселения Уфа-II, взятая из проволоки У2 ГО12-3 (мас. %): Au 63,10; Ag 31,18; Cu 0,30. Низкие содержания Au (в интервале 60–70 мас. %) отмечены также в курганах 3, 4, 11 Переволочанских, 4 и 9 Яковлевских могильников.

Состав осмия. Одними из первых о присутствии в древних изделиях из золота минералов группы осмия свидетельствовали Н.Д. Микс и М.С. Тайт [Meeks, Tite, 1980]. Они выявили включения в одном средиземноморском изделии, которые характеризуются весьма различным составом, не позволяющим установить источник золота. При характеристике греческих артефактов Д. Уильямс и Дж. Огден [1995] упомянули о содержании крупниц осмия, иридия и рутения, что затрудняло изготовление тонкого золотого листа и проволоки малого диаметра. Такие включения более обычны для массивных предметов: перстней, печатей, рукоятей пробирных камней. В этой публикации [Уильямс, Огден, 1995] приведена фотография поверхности щитка золотого перстня с зернами металлов платиновой группы средним размером 0,1 мм. Это изображение походит на снимок включений в Филипповском кургане № 4. О включениях подобных минералов в золоте Турции пишет Р.Т. Craddock [2000].

Состав включений осмия проиллюстрируем тройной диаграммой Os-Ir-Ru (рис. 8.15). Большинство фигуративных точек анализов попали в цен-

тральную часть диаграммы, в которой сосредоточены включения из Филипповского, Магнитного, Большого Климовского, Степного, Ушкаттынского могильников. За пределами этого поля выделяются локальные участки, куда попали анализы из Филипповского и Магнитного памятников. Кроме этого, в одном из полей с повышенным содержанием осмия наряду с ними присутствуют анализы Переволочанского и Яковлевского курганов.

Источники металла. Оценим вероятные источники золота, из которых были выполнены золотые изделия с включениями осмия. В древние времена основным источником металла являлись россыпи, золото извлекалось в виде самородков и путем промывки песков. На территории, примыкающей к Филипповским могильникам и городищу Уфа-II, развиты осадочные отложения пермского возраста, в которых признаков золотого оруденения не установлено. Возможными местами добычи золота являлись золотые месторождения Уральского складчатого пояса, крупнейшей золотоносной структуры Евразии [Двести ..., 1948; Овчинников, 2001; Сазонов и др., 2001].

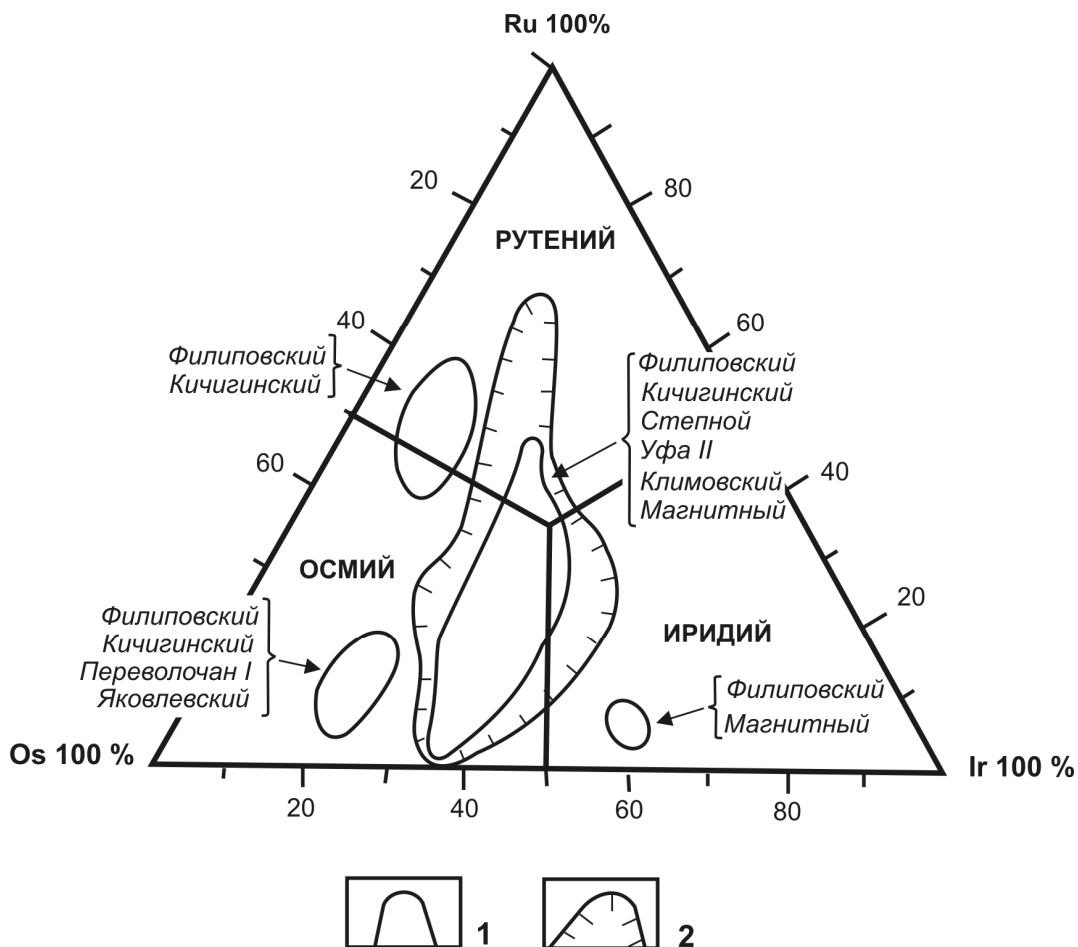


Рис. 8.15. Тройная диаграмма полей составов минералов осмия в золотых изделиях из курганов Южного Приуралья и Зауралья.

Поля составов зерен из россыпей золота: 1 – Южный Урал (Учалинский район, коллекция В.А. Кадикова); 2 – Полярный Урал и 3 – Средний Урал (Минералогия Урала, 1999)

Существенные вариации Os, Ir, Ru, Pt и округлая морфология большинства зерен свидетельствуют об их россыпной природе. Такие формы характерны для месторождений, приуроченных к аллювиальным отложениям речных долин, которые дренируют ультраосновные породы. Для этих вестников глубин характерны золотые месторождения с примесью платины и осмия. По соотношению Os, Ir, Ru, Pt минерал из инкрустации меча из Филипповского кургана сходен с подобными зернами россыпей Кочкарского и Миасского рудных районов, расположенных в 500–600 км к северо-западу от Филипповки [Двести..., 1948; Колесниченко, Попов, 2008].

Об источнике золота для основной массы изделий можно ориентироваться только по составу металла. Эти показатели близки для золота II–IV типов (см. табл. 8.1) и золота месторождений, локализованных в кварцевых жилах и сульфидных залежах [Самородное..., 2003]. Пробность золота в этих отложениях на Урале была довольно высокая: 800–900, что соответствует II–IV типам.

Для золота I типа, судя по присутствию в нем включений осмия, источником могли являться россыпи из зон глубинных разломов. Последние вмещают многочисленные тела пород ультраосновного состава, с которыми связаны эти минералы. Выделяется два крупных разлома: Уральский и Восточно-Уральский [Сазонов и др., 2001]. К Главному Уральскому разлому приурочены наиболее богатые россыпи с многочисленными самородками, в том числе самый крупный в России «Большой треугольник» [Двести..., 1948]. Размеры самородков довольно внушительные, вес до 36 кг, а залегают они в россыпях гнездами с общим весом десятки и сотни кг. Не удивительно, что эти яркие золотые камни привлекали внимание наших предков. Пробность золота в россыпях, в том числе и в самородках, близка установленному в типе I – 900–950.

Вероятным источником металла могли служить россыпи из рек Миасс, Кизил, Таналык и Сакмара. Они дренируют Главный Уральский разлом и приуроченные к нему золотоносные структуры на протяжении 600 км. На этом отрезке располагаются Карабашский, Миасский, Миндякский, Баймакский рудные и россыпные районы, в которых нередки находки минералов группы осмия. Низовья р. Сакмара находятся в 300–400 км к востоку от Филипповки и россыпи были легко доступны для разработки. Более точно указать места добычи золота, из которого получены уникальные изделия Филипповских курганов, пока невозможно.

К зоне Восточно-Уральского разлома приурочены коренные и россыпные месторождения Кочкарского, Джетыгаринского и Кумакского рудных районов. Преобладающие содержания золота в зернах и самородках здесь несколько ниже (мас. %): Au 80–90; Ag 10–20. Такой состав имеет золото из курганов Кичигино и Степного, расположенных близ Кочкарских россыпей. В них также установлено присутствие осмистого иридия в виде зерен светло-серебристого цвета [Колесниченко, Попов, 2008]. Кроме того, в россыпях

присутствует иридий рутениево-осмиевый с содержанием (мас. %): Ir 80, Os 15, Ru 5. Таким образом, можно полагать, что золото для Кичигинских и Степных изделий поступило из Восточно-Уральского разлома.

Путь к определению конкретных источников золота очень трудоемкий и требует получения платиноидов из россыпей и коренных местонахождений с последующим детальным минералого-геохимическими и изотопными исследованиями минералов. Высказано предположение [Минералы..., 1990], что в направлении с севера на юг в россыпях Урала происходит уменьшение содержания рутения. Учитывая важность проблемы для металлогении и археологии, целесообразно организовать специальную программу изучения возможных источников благородных металлов для золотых изделий из курганов Южного Урала и вообще скифского мира.

Можно предложить следующие пути решения поставленного вопроса: 1) анализ золотых и серебряных изделий из музейных экспозиций неразрушающими методами с применением портативной аппаратуры и электрохимических процессов; 2) анализ имеющихся в распоряжении археологов прежних и новых находок золота и серебра методами лазерного анализа LA-ICP-MS, позволяющего выделить маркирующие микроэлементы для определения типов разрабатывавшихся в древности месторождений; 3) проведение изотопных анализов золотых изделий и предполагаемых коренных источников свинцово-урановым и рений-осмиевым методами; 4) исследование распространения и состава минералов группы осмия в россыпных и коренных месторождениях.

Глава 9. СОСТАВ ТОРЕВТИКИ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ

Предметами торевтики являются археологические находки художественно оформленных металлических изделий: пиршественной посуды, поясных наборов, украшений конского снаряжения, декорированных деталей вооружения, зеркал [Торевтика..., 2010]. Они изготовлены с помощью таких технологических приемов, как чеканка, штамповка, тиснение, литье и имеют декоративно-прикладное значение. В данном разделе рассмотрен состав изделий этого рода из археологических памятников Болгарии, Алтая и Кузнецкой котловины.

9.1. Болгария

Исследование состава драгоценных металлических изделий Болгарии выполнено по договору о сотрудничестве между Археологическим институтом с музеем Болгарской академии наук и Институтом минералогии УрО РАН. Работы проводились в мае 2009 г., в работах приняли участие В.В. Зайков, П.В. Хворов, Д. Гергова, П. Бонев, Н. Торбов. Анализ предметов выполнен с помощью портативного рентгенофлуоресцентного прибора INNOV (оператор П.В. Хворов). Сведения об истории находок кладов даны Д. Овчаровым [2006].

Вылчитрынский клад был найден в Северной Болгарии в 1924 г. братьями Тодором и Николой Цветановыми при обработке своего виноградника. О находке узнал служитель Археологического музея в Софии Иван Велков и сумел забрать найденные сокровища. Правда, к этому времени от некоторых изделий были отрезаны пластины золота для продажи, это сейчас видно по повреждению предметов в экспозиции. Данные о составе золота даны в табл. 9.1.

Клад состоит из 13 различных по форме и размерам сосудов общим весом 12 кг. Наиболее крупный сосуд весит 4,5 кг, имеет вид широкой вазы (20?40 см) с двумя ручками. Толщина его стенок 2–3 мм. Состав металла всех элементов сосуда, включая и ручки, близок (мас. %): Au 90,31–91,50; Ag 8,49–9,37. Четыре сосуда в виде чаш выполнены из листового золота и имеют аналогичный состав (мас. %): Au 91,14–92,18; Ag 7,62–8,71. Для предметов 1–5 характерна примесь олова, достигающая 0,44 %.

Таблица 9.1

**Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золотых изделий
Вылчитрынского клада**

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Sn	Fe	Pb	Sb	Zn
3192	Ваза	84	91,63	8,27	–	–	0,1	–	–	–
		85	91,50	8,50	–	–	–	–	–	–
		86	91,37	8,63	–	–	–	–	–	–
		87	91,45	8,55	–	–	–	–	–	–
		88	91,23	8,77	–	–	–	–	–	–
		89	90,31	9,07	–	0,62	–	–	–	–
		90	90,63	9,37	–	–	–	–	–	–
		91	90,98	8,75	–	–	0,27	–	–	–
		92	91,50	8,50	–	–	–	–	–	–
		93	90,87	8,80	–	0,33	–	–	–	–
		94	91,17	8,49	–	0,34	–	–	–	–
	Среднее	91,15	8,70		0,12	0,03				
3193	Чаша большая	64	91,96	7,62	0,3	–	0,12	–	–	–
		65	91,2	8,43	–	0,37	–	–	–	–
		66	91,64	8,36	–	–	–	–	–	–
		67	91,66	8,34	–	–	–	–	–	–
		68	91,53	8,47	–	–	–	–	–	–
		69	91,55	8,27	–	–	0,18	–	–	–
		70	91,14	8,75	–	–	0,11	–	–	–
	Среднее	91,53	8,32	0,04	0,05	0,06				
3195	Чаша малая	71	91,77	8,23	–	–	–	–	–	–
		72	92,18	7,62	–	–	0,2	–	–	–
		73	91,51	8,06	–	0,31	0,12	–	–	–
		74	91,65	7,85	–	0,41	0,1	–	–	–
		Среднее	91,78	7,94		0,18	0,11			
3194	Чаша малая	75	91,82	7,88	–	0,31	–	–	–	–
		76	92,15	7,85	–	–	–	–	–	–
		77	91,70	7,98	–	0,32	–	–	–	–
		78	91,60	8,09	–	–	0,31	–	–	–
		Среднее	91,82	7,95		0,16	0,08			
3204	Чаша малая	79	91,83	7,85	–	0,32	–	–	–	–
		80	91,37	8,15	–	0,39	0,08	–	–	–
		81	91,60	7,86	–	0,44	0,1	–	–	–
		82	91,29	8,71	–	–	–	–	–	–
		83	91,72	7,88	–	0,4	–	–	–	–
	Среднее	91,56	8,09		0,31	0,04				

Продолжение табл. 9.1

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Sn	Fe	Pb	Sb	Zn
3203	Тройной сосуд	7	69,17	28,89	1,17	0,78	–	–	–	–
		8	70,19	28,59	1,23	–	–	–	–	–
		10	69,99	27,68	1,57	0,77	–	–	–	–
		20	69,15	28,68	1,53	0,64	–	–	–	–
		21	69,04	28,61	1,57	0,77	–	–	–	–
		22	70,41	27,41	1,60	0,58	–	–	–	–
		Среднее	69,66	28,31	1,45	0,59				
3203	Боковые трубки тройного сосуда	9	30,79	65,26	1,97	1,71	0,27	–	–	–
		12	29,55	65,87	2,79	1,52	0,27	–	–	–
		13	34,12	58,63	5,78	1,21	0,11	0,08	–	–
		Среднее	31,48	63,25	3,51	1,48	0,21			
3203	Нижние трубки тройного сосуда	18	31,75	64,73	2,69	–	–	0,10	–	–
		19	32,34	64,97	2,20	–	–	0,09	–	–
		Среднее	32,04	64,85	2,44					
3203	Припой	14	36,37	49,48	12,89	0,83	0,44	–	–	–
		16	32,64	43,38	21,38	1,16	0,90	0,08	–	0,46
		Среднее	34,51	46,43	17,14	1,00	0,67	0,04		0,23
3196	Диск	23	88,04	11,26	0,39	0,32	–	–	–	–
		24	88,56	11,05	0,39	–	–	–	–	–
		25	88,35	10,84	0,39	0,42	–	–	–	–
		26	88,09	11,15	0,31	0,45	–	–	–	–
		27	87,98	11,60	0,42	–	–	–	–	–
		28	88,92	10,51	0,26	0,3	–	–	–	–
		Среднее	88,32	11,07	0,36	0,25				
		30	44,42	50,94	3,66	0,98	–	–	–	–
31	–	–	30,10	66,64	–	2,39	0,79	–		
3197	Диск	32	88,41	10,91	0,37	0,32	–	–	–	–
		33	89,53	10,11	0,36	–	–	–	–	–
		34	89,11	10,50	0,39	–	–	–	–	–
		35	88,79	10,82	0,40	–	–	–	–	–
		Среднее	88,96	10,59	0,38	0,08				
		36	–	–	23,30	72,92	0,27	2,28	1,08	–
		37	62,03	36,26	0,91	0,64	–	–	–	–
3201	Диск	38	85,18	14,11	0,3	0,41	–	–	–	–
		39	85,11	14,16	0,36	0,36	–	–	–	–
		40	84,85	14,30	0,43	0,43	–	–	–	–
		41	84,73	14,48	0,40	0,40	–	–	–	–
		Среднее	84,97	14,26	0,37	0,40				

Окончание табл. 9.1

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Sn	Fe	Pb	Sb	Zn
3199	Диск	42	83,99	15,48	0,53	–	–	–	–	–
		43	89,22	10,41	0,37	–	–	–	–	–
		44	89,72	9,96	0,32	–	–	–	–	–
		45	89,85	9,83	0,31	–	–	–	–	–
		46	89,74	9,68	0,28	0,30	–	–	–	–
		47	89,33	9,89	0,39	0,38	–	–	–	–
		Среднее	88,64	10,88	0,37	0,11				
3202	Диск	48	80,47	18,25	0,72	0,56	–	–	–	–
		49	79,86	18,50	1,05	0,60	–	–	–	–
		50	80,09	18,20	1,01	0,69	–	–	–	–
		51	79,49	18,76	1,07	0,68	–	–	–	–
		52	80,35	18,17	0,75	0,73	–	–	–	–
		Среднее	80,05	18,38	0,92	0,65				
3200	Диск	53	89,46	9,69	0,4	0,45	–	–	–	–
		54	89,99	9,65	0,36	–	–	–	–	–
		55	90,01	9,74	0,25	–	–	–	–	–
		56	90,06	9,62	0,32	–	–	–	–	–
		57	89,75	9,81	–	0,44	–	–	–	–
		Среднее	89,85	9,70	0,27	0,18				
3198	Диск	58	89,49	10,51	–	–	–	–	–	–
		59	89,93	10,07	–	–	–	–	–	–
		60	89,64	10,05	0,31	–	–	–	–	–
		61	89,38	9,96	0,32	0,34	–	–	–	–
		62	89,71	9,85	0,36	–	0,09	–	–	–
		63	89,7	9,79	0,42	–	0,1	–	–	–
		Среднее	89,64	10,04	0,24	0,06	0,03			

Примечание. Анализы выполнены на приборе INNOV-X α 400 (оператор П.В. Хворов)

Особенно интересно сложное изделие, состоящее из трех сосудов листовидной формы размером 5?10 см, которые соединены трубками (рис. 9.1). Состав сосудов иной (мас. %): Au 69,04–70,41; Ag 27,41–28,89; Cu 1,17–1,60; Sn 0–0,77. А трубки имеют состав, более обогащенный серебром, медью и оловом (мас. %): Au 29,55–34,12; Ag 58,63–65,87; Cu 1,97–5,78; Sn 1,21–1,71. Определить точно состав припоя не удалось из-за точечного соединения трубок, но в анализах отмечено повышенное содержание меди (13–21 %), олова (0,8–1,2 %) и цинка (0,5 %).

Таблица 9.2

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золотых изделий клада Требенище

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Bi	Fe	Pb	Sn	Zn
6861	Перчатка	123	59,39	38,44	1,10	–	0,14	–	0,92	–
		124	60,31	38,68	1,01	–	–	–	–	–
		125	59,73	38,50	1,11	–	–	–	0,66	–
		126	69,07	30,48	0,45	–	–	–	–	–
		127	60,13	37,76	1,09	–	0,12	–	0,90	–
		Среднее	61,73	36,77	0,95	–	0,05	–	0,83	–
6859	Маска	128	60,69	37,33	0,92	–	–	–	1,06	–
		129	60,51	37,77	0,74	–	–	–	0,98	–
		130	60,61	36,33	2,03	–	0,16	–	0,87	–
		131	62,32	36,05	0,85	–	–	–	0,78	–
		132	59,98	38,07	1,15	–	–	–	0,80	–
		Среднее	60,82	37,11	1,14	–	0,03	–	0,90	–
6873	Шлем	2	47,48	46,63	1,19	–	–	–	4,70	–
		3	52,50	43,94	0,89	–	0,46	–	2,20	–
		Среднее	49,99	45,29	1,04	–	0,23	–	3,45	–
6873	Шлем	4	–	–	62,93	–	0,30	0,80	35,71	0,27
		5	–	–	66,79	–	0,24	0,30	32,67	–
		6	–	–	43,86	–	0,53	0,96	54,28	0,37
		Среднее	–	–	57,86	–	0,36	0,69	40,89	0,21
6860	Маска	8	64,84	33,97	0,69	–	0,50	–	–	–
		9	65,47	33,77	0,54	–	0,23	–	–	–
		10	64,41	33,88	0,57	–	0,30	–	0,84	–
		11	65,7	33,29	0,59	–	0,42	–	–	–
		12	65,06	34,04	0,59	–	0,33	–	–	–
		Среднее	65,10	33,79	0,60	–	0,36	–	0,17	–

Продолжение табл. 9.2

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Bi	Fe	Pb	Sn	Zn
6863-А 6863-Б	Фольга-стопа	16	68,54	30,08	0,87	–	0,51	–	–	–
		17	68,39	29,39	0,77	–	0,66	–	0,79	–
		18	70,16	28,02	0,81	–	1,00	–	–	–
		19	67,97	29,49	1,73	–	0,41	–	–	–
		20	65,65	28,41	2,93	–	1,05	0,14	–	–
		Среднее	68,23	29,20	1,33	–	0,72	0,14	0,79	–
6884	Тор	22	70,87	28,43	0,51	–	0,18	–	–	–
6871	Фольга-1	13	69,54	28,48	0,68	–	0,62	–	0,68	–
6875-3	Фольга-2	28	72,82	25,35	0,60	–	0,47	–	0,76	–
		29	71,87	26,35	0,53	–	0,48	–	0,77	–
		30	73,27	25,57	0,61	–	0,55	–	–	–
		31	73,28	25,13	0,64	–	0,35	–	0,60	–
		32	73,32	24,89	0,67	–	0,52	–	0,52	–
		33	73,67	24,74	0,51	–	0,62	–	0,47	–
Среднее	73,04	25,34	0,59	–	0,50	–	0,62	–		
6814	Сосуд серебряный	35	–	99,36	0,46	0,09	–	0,1	–	–
		36	–	99,39	0,44	0,10	–	0,07	–	–
		Среднее	–	99,38	0,45	0,10	–	0,08	–	–
6814	Насечка	37	25,33	73,63	–	–	–	–	0,73	–
6864	Фольга-3	42	70,98	26,29	0,98	–	0,84	–	–	–
		43	71,32	25,83	1,11	–	1,14	–	0,91	–
		44	71,23	26,83	0,91	–	1,02	–	0,60	–
		45	71,60	25,38	0,91	–	1,37	–	–	–
		Среднее	71,30	26,10	0,98	–	1,10	–	0,85	–

Продолжение табл. 9.2

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Bi	Fe	Pb	Sn	Zn
6876 6875-1 6875-2 6978-8 6877-1	Фольга-4	46	71,74	25,79	0,66	–	1,05	–	0,77	–
		51	72,72	25,52	0,46	–	0,58	–	0,60	–
		52	72,18	25,51	0,60	–	1,71	–	–	–
		53	68,95	28,47	0,75	–	1,03	–	0,80	–
		54	68,81	29,29	0,82	–	1,02	–	–	–
		Среднее	70,88	26,90	0,66	–	1,08	–	0,43	–
6889	Фольга-конь	57	–	93,89	2,40	0,13	3,32	0,26	–	–
6888-1 6888	Фольга-конь	62	–	46,38	0,49	–	0,55	–	1,11	–
		63	–	45,96	2,14	–	1,25	–	1,36	–
		Среднее	–	46,17	1,32	–	0,90	–	1,24	–
6886	Фольга-5	58	42,66	55,29	0,36	–	0,67	0,08	–	–
		59	47,80	50,19	–	–	0,90	–	0,95	–
		60	47,88	50,16	–	–	1,24	0,09	0,77	–
		61	35,56	65,32	0,36	–	0,76	–	0,63	–
		Среднее	43,48	55,24	0,36	–	0,89	0,08	0,78	–
6981	Кольца	50	–	–	38,29	–	0,22	8,53	52,29	0,66
		64	–	–	39,21	–	1,11	4,03	55,65	–
		Среднее	–	–	38,75	–	0,66	6,28	53,97	0,66
6981	Пектораль- фольга	65	73,07	26,44	0,49	–	–	–	–	–
		66	73,03	26,31	0,45	–	0,20	–	–	–
		67	73,83	25,15	0,46	–	–	–	0,57	–
		68	73,50	25,37	0,40	–	0,19	–	0,54	–
		69	72,97	25,99	0,40	–	–	–	0,64	–
		70	72,62	26,03	0,54	–	–	–	0,82	–
Среднее	73,19	25,77	0,45	–	0,19	–	0,64	–		

Окончание табл. 9.2

Инв. номер	Золотое изделие	Номер анализа	Содержание, мас. %							
			Au	Ag	Cu	Bi	Fe	Pb	Sn	Zn
6891	Сосуд	71	–	97,51	1,76	0,08	–	0,65	–	–
		72	–	97,31	1,96	–	–	0,73	–	–
		Среднее	–	97,41	1,86	0,04	–	0,69	–	–
6880-1	Цветок	23	69,92	28,65	0,38	–	0,33	–	0,71	–
6880-2		24	69,48	29,33	0,92	–	0,27	–	–	–
		Среднее	69,70	28,99	0,65	–	0,30	–	0,71	–
6884	Звезда	7	69,63	28,95	0,46	–	0,42	–	0,54	–
6881-5		25	69,02	29,43	0,54	–	0,26	–	0,75	–
6879-1		27	69,40	29,01	0,60	–	0,46	–	0,53	–
6881-1		38	68,34	29,26	0,82	–	1,57	–	–	–
6881-2		39	69,21	29,39	0,77	–	0,64	–	–	–
6881-3		40	68,68	28,77	0,66	–	1,06	–	0,83	–
6878		55	66,98	28,47	0,95	–	1,64	0,24	0,63	–
6878-9		56	69,25	28,63	0,54	–	0,40	–	0,47	–
		Среднее	68,81	28,99	0,67	–	0,80	0,03	0,62	–
6881-8	Птица	26	69,75	28,48	0,92	–	0,86	–	–	–
6879-2		41	70,23	28,78	0,69	–	0,30	–	–	–
		Среднее	69,99	28,63	0,80	–	0,58			
6915	Скальпель	47	–	97,49	1,36	0,14	–	1,02	–	–
6927	Хидрия	48	–	–	67,87	–	0,16	0,11	31,86	–

Примечание. Анализы выполнены на приборе INNOV-X α 400 (оператор – П.В. Хворов)

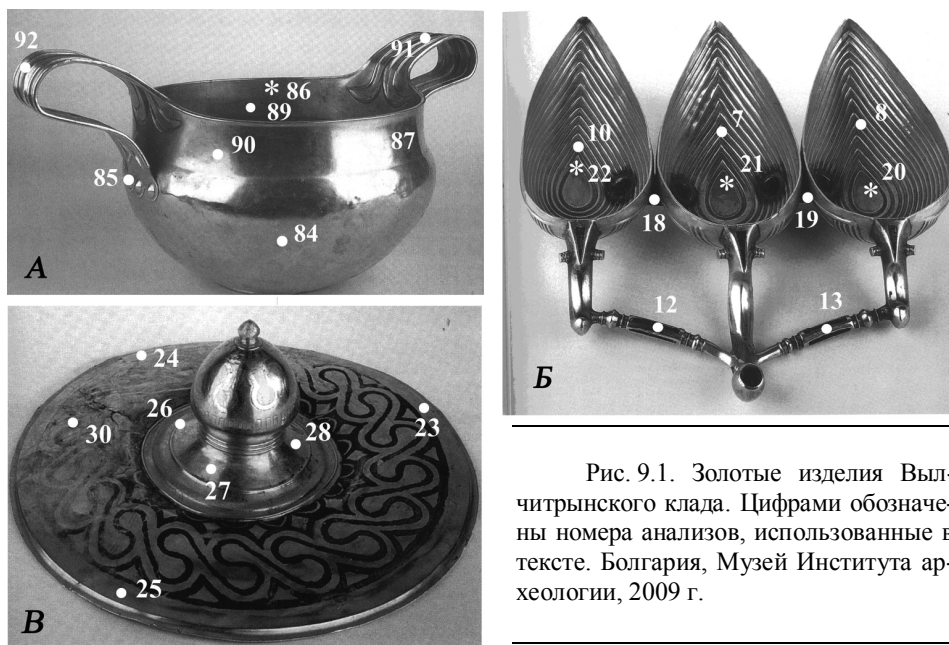


Рис. 9.1. Золотые изделия Вылчитрынского клада. Цифрами обозначены номера анализов, использованные в тексте. Болгария, Музей Института археологии, 2009 г.

Золотые диски с серебряным орнаментом имеют диаметр 35–40 см и украшены навершиями в форме булав высотой 10–12 см и серебряными каймами. Состав этих изделий более разнообразен. Одни из них аналогичны по составу сосудам (мас. %): Au 88–90; Ag 9,7–10,6 – при десятых долях меди и олова. На обратной стороне двух дисков сохранились остатки бронзового материала с содержаниями (мас. %): Cu 23–30; Sn 67–73. Столь высокие содержания олова обусловлены обогащением этим компонентом при окислении бронз. Серебряная кайма имеет достаточно сложный состав с разнообразной лигатурой (мас. %): Au 44–62; Ag 36–51; Cu 1–4; Sn 1,0; Sb 0,8–1,0; Pb 2,3–2,4. Два диска различаются немного по содержанию золота: Au 85 и 80 %.

Наиболее крупный сосуд служил вазой, а чаши, вероятно, были предназначены для винопития. Предназначение загадочного тройного сосуда не ясно. Возобладало мнение, что трилистник является ритуальным священным сосудом и использовался для магических действий с хмельными жидкостями. По мнению Дианы Герговой, клад связан с ритуалами и почитанием трех основных фракийских богов – Великой богини-матери и ее детей, Артемиды и Аполлона [Gergova, 1994]. Два больших и пять маленьких дисков, украшенных навершиями в форме булав и серебряными каймами, интерпретированы как символы солнца и луны и пяти известных в древности планет – Марса, Венеры, Юпитера, Меркурия и Сатурна. Самая вероятная датировка клада – конец IX–начало VIII века до н. э. Время производства и происхождение предметов дискутировались до сих пор только с учетом их типологии и цвета металла, поэтому важно было определить состав золота, что мы и предприняли.

Проведенные исследования показали, что основное количество изделий, как сосудов, так и дисков, сделано из однородного металла, свойственного природным минералам и месторождениям. К этой же группе приближаются диски с повышенными содержаниями серебра. Инородным по золоту, используемым компонентам и технологии изготовления является тройной сосуд: он состоит из предметов с повышенным содержанием серебра, трубок состава электрума, которые соединялись пайкой со сложным припоем. Вероятно, он является импортным предметом.

Некрополь Требенице – один из замечательных памятников балканской истории. Он находится в 500 км к юго-западу от Софии, недалеко от города Охрида. Расположенные здесь захоронения воинов и женщин конца VI–начала V вв. до н. э. богаты парадным вооружением, золотыми масками, пекторальями, перчатками, сандалиями, разного типа аппликациями и украшениями, янтарными и стеклянными бусами, серебряными и бронзовыми сосудами.

Клад, найденный в районе села **Требеница**, включает несколько изделий из фольги и, самое главное, – золотую маску и золотые перчатки (рис. 9.2). То обстоятельство, что золотые маски и перчатки характерны и для мужских, и для женских погребений, предполагает, что этот тип некрополей принадлежал определенной социальной группе, тесно связанной с обслуживанием специфического культа [Gergova, 2005].

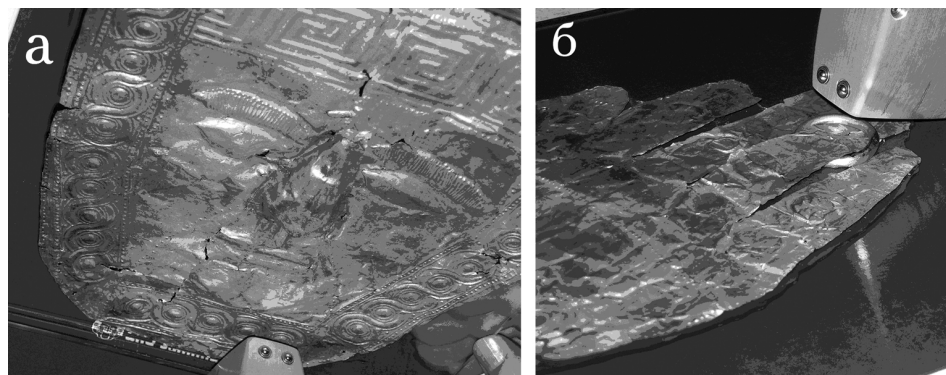


Рис. 9.2. Золотая маска (а) и золотая перчатка (б). Болгария, Музей Института археологии, 2009 г.

По кладу из Требенице проанализировано 24 различных предмета. Большинство из них сделаны из золотой фольги: маски, перчатка, пектораль, сандалии, изображения цветков, звезд, птиц, коней. Представлены также серебряные сосуды, скальпель, кольца и бронзовые шлемы с золотыми накладками. Всего проведено 132 анализа, по результатам которых вычислены средние содержания металлов в предметах (табл. 9.2) и намечены следующие разновидности составов (в скобках указаны номера предметов в таблице).

Золотые маски (2, 5) и перчатка (1) выполнены из электрума с содержаниями (мас. %): Au 59–69; Ag 30–38; Cu 0,5–2; Sn 0,7–1,1. В незначительном количестве присутствует примесь Fe – 0,1–0,2 %. Близок к этому состав фольги сандалий (6) (мас. %): Au 66–69; Ag 28–30; Cu 0,8–3; Fe 0,7–1.

Пектораль (18) сделана из фольги состава (мас. %): Au 73; Ag 25–26; Cu 0,5; Sn 0,6.

Цветок (20), звезда (21), птица (22) и обрывки фольги (8, 9, 12) имеют близкий с пекторалью состав (мас. %): Au 69–72; Ag 26–29; Cu 0,5–1,0; Fe 1; Sn 0,6.

Фольга (16) существенно отличается по составу (мас. %): Au 36–49; Ag 50–65; Cu 0,4; Sn 1; Fe 1.

Серебряные изделия представлены скальпелем (23) и сосудом (10). Основа в них – серебро, присутствуют примеси висмута, меди и свинца в количестве 0,1–1 %.

Кольца выполнены из сплава олова (52–56 %), меди (38–39 %), свинца (4–9 %) и цинка 0,1–0,6 %).

Шлем (3, 4) сделан из мышьяковой бронзы (мас. %): Cu 44–63; Sn 33–54; Pb 0,3–1,0; Zn 0,3; Fe 0,2–0,5. Золотые накладки на шлем имеют состав: Au 47–61; Ag 44–47; Cu 1,0; Sn 2–5; Fe 0,4.

По расположению точек содержаний металлов на треугольной диаграмме (рис. 9.3) были выделены три зоны. Предметы из первой зоны – сделанные из фольги фигурки различных предметов и животных. Они характеризуется содержаниями золота и серебра (мас. %): Au 69–73; Ag 25–29. Предметы из второй зоны имеют другое предназначение, они представлены украшениями или ритуальными предметами: масками и перчатками. Они отличны по составу металла от предметов первой зоны: Au 61–65 %, Ag 34–37 %. Лишь содержание меди, являющейся второстепенной примесью, близко (0,5–1 %). Таким образом, можно предположить существование различных методов плавки металлов для предметов различной назначенности, либо о работе различных мастеров.

В третью зону вошли два изделия, существенно отличающиеся от остальных по содержанию металлов. Первое изделие – золотые накладки на бронзовом шлеме (3); по данным двух анализов среднее содержание золота в изделии ниже по сравнению с другими и составляет 49,99 %, содержание серебра, наоборот выше и составляет 45,29 %, содержание меди 1,04 %. Во втором изделии – драгоценной фольге-5 содержание серебра более высокое и составляет 55,24 %, содержание золота ниже – 43,48 %, содержание меди 0,36 %. Отдельно располагается золотосодержащая насечка на серебряном сосуде (11). Содержание серебра очень высокое – 73,63 %, содержание золота 25,33 %, медь отсутствует. Для этой группы предметов (зоны III и IV), вероятно, использовались иные источники металла.

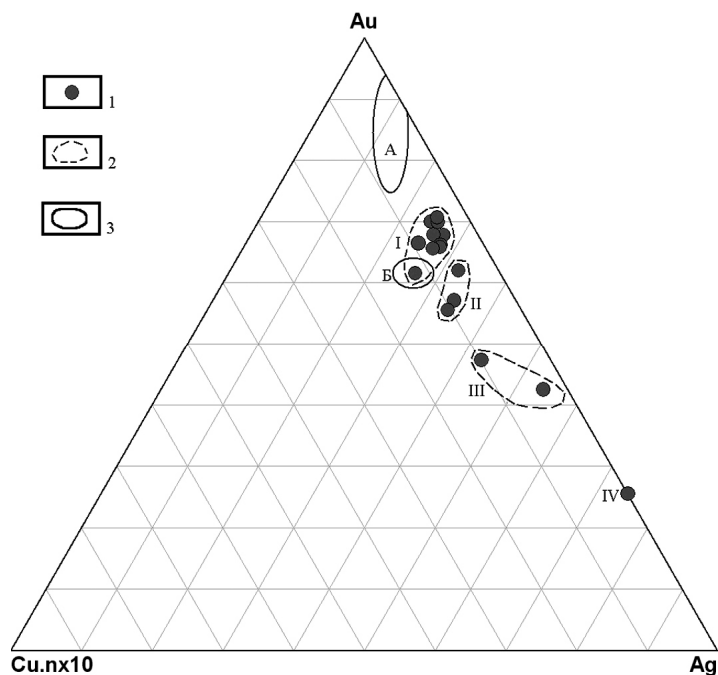


Рис. 9.3. Тернарная диаграмма состава золотых изделий Требенищенского и Вылчитрынского кладов.

1 – точки средних содержаний металлов в предметах Требенищенского клада, 2 – поля составов изделий Требенищенского клада (I – фольга, II – маска, перчатка, III – золотые накладки на бронзовом шлеме, IV – золотая насечка на серебряном сосуде); 3 – поля составов изделий Вылчитрынского клада. (A – золотые сосуды и диски, B – трилистник)

По сравнению с рассмотренными изделиями, большинство предметов Вылчитрынского клада сделано из более высокопробного золота [Зайков и др., 2009]. На треугольной диаграмме их составы образуют два локальных поля в вершине треугольника Cu–Au–Ag, выше поля анализов Требенищенского клада. Кроме этого, обширное пространство охватывают анализы тройного сосуда ритуального предназначения, расположенное слева от полученных в данной статье анализов. Таким образом, полученные данные показывают: разные источники металла для двух исследованных кладов; при сходстве состава сандалий из Требенище и трилистника из Вылчитрынского клада. Продолжение исследований кладов Болгарии позволит осветить источники золота для изделий из благородных металлов.

История **Рогозенского клада** необычна: он был найден при проходке водопроводной траншеи в центре одноименного села. Общий вес клада составляет 20 кг и состоит из 54 кувшинов (рис. 9.4) и 111 чаш разного размера. Все они созданы с помощью матрицы с дополнительно выполненной гравировкой,



Рис. 9.4. Серебряная посуда из Рогозенского клада. Болгария

а некоторые украшены золотыми листочками. Большая ценность находки не в серебре и золоте, а в уникальной выработке сосудов. В них видны крылатые львы-грифоны, крылатые кони – пегасы, пантеры, птицы, древесные ветви, побеги роз, цветки лотоса. Среди мифологических символов наиболее интересна битва Геракла с амазонками, встреча усталого Геракла и жрицы богини Афины Паллады. Но наиболее важной является изображение на кувшине Великой фракийской богини, представленной верхом на льве и в колеснице с квадригой коней. Обращают на себя внимание сцены терзания львом оленя, близкие к скифскому звериному стилю.

Находка относится к V–IV в. до н. э. Это было то время, когда фракийцам удалось создать собственное Одриское государство, объединившее многочисленные фракийские племена. Вероятно, клад принадлежал знатному фракийцу, и ученые предположили, что сосуды представляют родовое сокровище. Клад был зарыт ввиду опасности во время походов македонских царей Филиппа II и Александра Великого.

Всего по Рогозенскому кладу было проведено 250 анализов драгоценных сосудов двух типов: фиалы и кувшины. Фиалы представляют собой неглубокие, широкие сосуды. Анализы проводились на стенках, дне и драгоценных насечках фиал. Кувшины – более высокие и глубокие сосуды. Анализы проводились на дне, стенках, ручках, а также на драгоценных насечках на кувшинах. Были подсчитаны средние содержания металлов в изделиях.

Состав всех сосудов преимущественно серебряный, содержание серебра в изделиях колеблется в пределах 90–99 %, содержание меди от 0,15 до 9,5 %,

также в небольших количествах присутствуют железо, свинец, висмут, иногда олово, золото отсутствует. Состав кувшинов и фиал не различается.

Содержание металлов в насечках на сосудах сильно отличается от стенок, дна и ручек сосудов. Содержание серебра меняется от 75 до 30 %, появляется золото, его содержание колеблется от 65 до 23 %. В насечках, в отличие от сосудов, полностью отсутствует висмут, но намного чаще встречается олово. Возможно, это говорит об иной методике получения металла.

Тройная диаграмма (рис. 9.5) построена по соотношению содержаний висмута, меди и свинца в ручках, стенках и дне сосудов. Как видно из диаграммы, содержания металлов колеблются. В основном, характерно явное преобладание меди над висмутом и свинцом (зона I). Однако в ручках кувшинов наблюдается высокие содержания свинца, по сравнению с медью (зона II). У трех фиал (инв. № В 489, В 437, В 584) наблюдаются значительно более высокие содержания висмута по сравнению с другими (точка III).

Врачанский клад найден под фундаментом одного здания в самом центре города Врац, в Северо-западной Болгарии. Эта находка относится к почти стертому с лица земли надгробному кургану Могиланска Могила. Археологи не предполагали, что в нем будут обнаружены ценнейшие фракийские памятники этого края Болгарии.

Центральное место в раскопе занимает захоронение молодой хрупкой женщины ростом 150 см, названной «Фракийской принцессой». Рядом с ней найдены украшения редкой красоты. В первую очередь, это золотой венец, похожий на лавровую ветвь (рис. 9.6). В ушах похороненной были великолепные серьги, состоящие из плоского диска с розетками и прикрепленными к нему крылатыми сфинксами и декоративными подвесками.

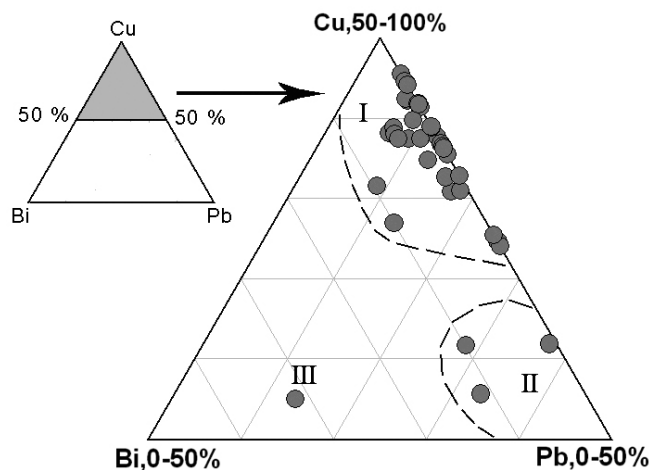


Рис. 9.5. Тройная диаграмма состава золотых изделий Рогозенского клада (кружки).

Поля составов: 1 – основных изделий; 2 – ручек кувшинов; 3 – аномальные фиалы



Рис. 9.6. Золотой венок из Врачанского клада. Болгария

Рядом с женщиной в более позднем захоронении находился скелет воина, при котором найден бронзовый шлем, колчан с сотней стрел и парадный серебряный наколенник. Это одна из наиболее впечатляющих находок, украшенная фигурами женщин, львов, орлов и змей.

Анализ изображений на предметах, найденных в захоронениях, показывает сильное греческое и персидское влияние. Женская голова на наколеннике с львиными фигурами может быть связана с богиней Артемидой. Мужские фигуры на кувшинчиках могли символизировать сюжеты с участием бога Аполлона. Эти изображения выполнены типично фракийскими средствами: это плоскостное, стилизованное, полное наивной выразительности изображение отдельных образов и целых сцен. Стилиевые особенности предметов позволяют датировать находки из Враца началом и последней четвертью IV века до н. э..

9.2. Алтай

Предметы торевтики исследовались экспедициями Алтайского государственного университета. Полученный материал изучался с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра ALPH SERIES™.

Предметы торевтики хуннского времени из памятника Яломан-II. Раскопки проводились в 2002–2003 и 2007 гг.; полученные изделия (бляхи-нашивки, пластины, пряжки, зеркала, серьги) хранятся в коллекции № 181 Музея археологии и этнографии Алтая – Алт. ГУ [Тишкин, 2010].

В кургане № 43 обнаружены поясные бляхи-накладки с изображением головы дракона, сделанные из листового золота. Состав изделий (мас. %): Au 74–76, Ag 22–23, Cu 1,6–2,2. Близкий состав имеет серьга из этого же кур-

гана: Au 86,3, Ag 13,7. Предметы по составу соответствуют самородному золоту средней пробыности.

В кургане № 57 в женском погребении были обнаружены серебряная бляха и прямоугольная рельефная пластина-накладка из листового золота. Состав первой (мас. %): Ag 72; Au 23; Cu 2,7; Sn 1,9. Золотая пластина характеризуется содержаниями (мас. %): Au 64,6; Ag 30,8; Cu 3,6; Sn 0,8. Курган № 60 оказался кенотафом, в котором обнаружены позолоченные бляхи-накладки из свинцово-оловянной бронзы. Содержание: Sn 1,5–1,7 %; Pb 1,0–1,4 %. Изделия из курганов близки по примесям олова и свинца, чем отличаются от кургана № 43.

Предметы торевтики с местонахождения Плотниково. В 1987 г. в окрестностях села Плотниково, Каменского района, Алтайского края было обнаружено семь бронзовых бляшек с позолотой, отнесенных к украшениям конского снаряжения [Тишкин, Горбунова, 2010]. Две из них поступили в фонды Музея археологии и этнографии Алтайского госуниверситета (оф. Колл. № 131). Предметы имеют прямоугольную форму (размером 0,5?2,8?4,1 см) с наклонными волнистыми бортиками. На бляхах изображен шагающий олень со стилизованным крылом и длинными рогами. Состав бляхи № 1 (мас. %): Ag 46–57; Cu 31–45; Sn 1,5; Pb 2,5–8. Бляха № 2 сделана из более серебристого сплава (Ag 56–66 %). В остатках позолоты содержание золота 41–46 %.

9.3. Кузнецкая котловина

Предметы торевтики из кургана № 3 памятника Мусохраново (Кузнецкая котловина). Курганная группа этого памятника расположена в Кемеровской области в 0,4 км от одноименного села [Тишкин, Илюшин, 2009]. Основу коллекции составляют тройники, пряжки и различные по форме бляхи от парадной узды. Все изделия украшены стилизованным растительным орнаментом, и на многих видны следы позолоты.

Тройники сделаны из свинцовистой латуни и имеют состав (мас. %): Cu 91–97; Zn 3–8; Pb 0,6–2,0. Близкий состав имеют бляхи-накладки: Cu 91–99; Zn 1,9–8,7; Pb 0,6–3,0. Однако пряжки сделаны из оловянной бронзы с примесью серебра, свинца и цинка. Пряжка № 1 имеет содержания: Cu 79–92; Sn 4–8; Ag 1,6–3,6; Pb 1,0–1,4; Zn 0,6–1,1. Пряжка № 2 отличается повышенным содержанием олова (Sn 4–18) и отсутствием серебра.

Состав позолоты тройников и малых блях-накладок (мас. %, исключена аномальная проба с содержанием золота 58,46 %): тройники – Au 18–35; Ag 1; Cu 61–78; Pb 0,2–0,8; Zn 1,5–3,8; бляхи-накладки малые: Au 11–20; Ag 1–2; Cu 75–86; Pb 0,2–0,8; Zn 1,5–3,8. В противоположность этому крупные бляхи-накладки в позолоте имеют примесь олова 12–23 %; такая же особенность характерна и для самих блях.

Таким образом, выделяются три состава металла и позолоты: 1) тройники + малые бляхи-накладки; 2) крупные бляхи-накладки; 3) пряжки.

Дальнейшие исследования торевтики в различных регионах потребует оперативного анализа предметов, в первую очередь с применением рентгенофлуоресцентных приборов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном пособии показана возможность применения геологических методов для решения ряда «вещественных» археологических задач. Упомянем основные, на которые мы обращали внимание во время комплексных экспедиций: какие горные породы использовались в древности на разных поселениях, каково строение добычных карьеров и к каким отложениям они приурочены, какие примеси присутствуют в медных и золотых изделиях. При ответе на эти вопросы возникали новые, касающиеся распространения полезных ископаемых в геохронологической колонке, способов добычи разных видов минерального сырья на просторах Евразии. Часть этих вопросов была решена нашими предшественниками, а часть нам удалось уточнить. Самое главное, в одной книге собраны сведения о добыче кремнистых пород, медных и железных руд, сырья для получения мышьяка, никеля, олова, свинца, золота и серебра, платиноидов.

Основой для пособия послужило геолого-минералогическое изучение археологических памятников, выявленных на Урале, в Сибири, Украине, Восточной Европе. Используются данные, полученные при совместных работах сотрудниками Института минералогии и Института истории и археологии УрО РАН, Южно-Уральского, Челябинского и Уфимского государственных университетов, Института археологии и музея Болгарской академии наук. Учтены материалы специалистов разных ведомств по изучению древних рудников России и зарубежных стран.

Полезность геоархеологических исследований наиболее емко показана на примере анализа древней горно-рудной деятельности. В результате целенаправленных работ выявлены ранее неизвестные древние рудники по добыче медных руд на Урале: Воровская Яма, Ишкининский, Дергамышский, Ивановский. Показаны особенности разработки жильных залежей Болгарии и Хакасии, медистых песчаников Донбасса, Предуралья и Центрального Казахстана. Сделан акцент на месторождениях, поставлявших сырье для получения мышьяковых, оловянных, свинцовых бронз. В итоге удалось реконструировать Евразийский горно-рудный пояс, простиравшийся от Атлантики до Тихого океана.

Показаны особенности добычи золота и серебра в рудниках Старого Света. Эти данные дополнены сведениями о составе золотых артефактов, обнаруженных в курганах Урала и Сибири. Принципиально важным явилось обнаружение и описание микровключений минералов осмия в древних золотых изделиях, по которым можно судить о добыче золота из местных россыпных месторождений.

Применение различных методов анализа дало возможность исследовать состав металлических изделий, шлаков, минеральных и расплавных микровключений. Установлены микроскопические минералы, которыми обусловлена прочность изделий из бронз различного состава.

Завершая монографию, невольно обращаемся к вопросу: как усилить использование геологических знаний в археологии? Первое, что следует сделать, это уточнить названия горных пород в музейных экспозициях. Для этого нужно немного – всего лишь привлечь специалистов для помощи музейным работникам, и тогда не будет конфузов в наименованиях. Второе – провести анализ металлических изделий, хранящихся в музеях, неразрушающими методами анализа. Такая работа принесет много неожиданностей в плане обнаружения редких сплавов. В распоряжении и геологов, и археологов уже появились портативные приборы, которые дают возможность выявления примесей никеля, сурьмы, свинца и других металлов. Нужна только убежденность в необходимости такого анализа, и в качестве примера сошлемся на успешную совместную работу по исследованию археологических памятников Урала (могильников Кичигинского, Переволочанского, Магнитного), Алтая и Болгарии. К третьей очереди отнесем разработку курсов геоархеологии для студентов геологических и исторических специальностей. Если осуществятся хотя бы некоторые из этих предложений, то успех геоархеологии гарантирован!

ЛИТЕРАТУРА

- Авилова, Л.И. Металл Ближнего Востока: модели производства в энеолите, раннем и среднем бронзовом веке / Л.И. Авилова. – М.: Памятники исторической мысли, 2008. – 227 с.
- Археология / под ред. В.Л. Янина. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 604 с.
- Беневольский, Б.И. Золото России / Б.И. Беневольский. – М.: Геоинформ-марк, 1995. – 88 с.
- Бергер В.И. Сурьмяные месторождения (закономерности размещения и критерии прогнозирования) / В.И. Бергер. – Л.: Недра, 1978. – 296 с.
- Берденов, С.А. Казахстанские месторождения меди и олова и их разработка в бронзовом веке / С.А. Берденов // Изв. НАН РК. Серия «Общественных наук». – 2008. № 1. – С. 42–55.
- Берс, А.А. Прошлое Урала (с древнейших времен до русской колонизации) / А.А. Берс. – М., 1930. – 132 с.
- Богданов, Б. Медните находища в България / Б. Богданов. – София: Техника, 1987. – 389 с.
- Большая советская энциклопедия. Т. 28 / под ред. А.М. Прохорова. – М.: Изд-во Сов. Энциклопедия, 1978. – 620 с.
- Бородовский, А.П. Древнее серебро Сибири / А.П. Бородаевский, А.А. Оболенский, В.В. Бабич. – Новосибирск: Наука, 2005. – 88 с.
- Булах, А.Г. Расчет формул минералов / А.Г. Булах. – М.: Недра, 1967. 128 с.
- Видейко, М.Ю. Путешествие в Трипольский мир / М.Ю. Видейко. – Киев: Начно-популярное электронное издание, 2005. – 194 с.
- Викентьев, И.В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд / И.В. Викентьев. – М.: Научный мир, 2004. – 344 с.
- Геворкян, А.Ц. Из истории древнейшей металлургии армянского нагорья / А.Ц. Геворкян. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1980. – 128 с.
- Геологический словарь / под ред. К.Н. Паффенгольц и др. – М.: Недра, 1973. – Т. 2. – 456 с.
- Геология и колчеданное оруденение южного фланга Главного Уральского разлома: монография / В.В. Зайков, И.Ю. Мелекесцева, Д.А. Артемьев и др. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. – 375 с.
- Генинг, В.Ф. Синташта: археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. В 2 ч. Ч. 1. / В.Ф. Генинг, Г.Б. Зданович, В.В. Генинг. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. – 407 с.
- Годовиков, А.А. Минералогия / А.А. Годовиков. – М.: Недра, 1983. – 647 с.
- Горная энциклопедия / под ред. Е.А. Козловского. Т. 3. – М.: Сов. Энциклопедия, 1987. – 550 с.
- Григорьев, С.А. Хромшпинелиды как индикатор источника медных руд для древней металлургии / С.А. Григорьев, А.Ю. Дунаев, В.В. Зайков // Доклады РАН, 2005. – Т. 400, № 2. – С. 228 – 232.

- Гречишев, О.К. Медный самородок / О.К. Гречишев // Российские недра. – 2010. – № 9 (102).
- Граков, Б.Н. Работы в районе проектируемых южноуральских гидроэлектростанций: Археологические работы Академии на новостройках в 1932–33 гг. / Б.Н. Граков // Известия ГАИМК, 1935. – Т. 2. Вып. 110. – С. 91–120.
- Гришин, Ю.С. Древняя добыча меди и олова / Ю.С. Гришин. – М.: Наука, 1980. – 133 с.
- Данилов, А.А. Бирюза в культуре древних народов / А.А. Данилов // Археоминералогия и ранняя история минералогии: сб. науч. тр. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2003. 167 с.
- Двести лет золотой промышленности Урала / под ред. И.С. Рожкова. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1948. 531 с.
- Дэвлет, Е.Г. Художественные изделия из камня индейцев Центральной Америки / Е.Г. Дэвлет. – М.: Научный мир, 2000. – 248 с.
- Димитров, П. Черно море, Потопът и древните митове / П. Димитров, Д. Димитров. – Варна: Славена, 2003. – 91 с.
- Епимахов, А.В. Ранние комплексные общества Севера Центральной Евразии (по материалам могильника каменный Амбар-5) / А.В. Епимахов. – Челябинск: ОАО «Челябинский дом печати», 2005. – 192 с.
- Ефремов, И.А. Путиами старых горняков / И.А. Ефремов // Собрание сочинений. Т. 1. – М.: Армада-Арбалет, 2010. – С. 65–86.
- Зайков, В.В. Юность геоархеологии / В.В. Зайков. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 174 с.
- Зайков, В.В. Воровская Яма – новый рудник бронзового века / В.В. Зайков, Г.Б. Зданович, А.М. Юминов // Археологический источник и моделирование древних технологий: труды музея-заповедника Аркаим. – Челябинск: Спец. природ.-ландшафт. и ист.-арх. центр «Аркаим», ин-т истории и археологии УрО РАН, 2000. – С. 112–130.
- Зайков, В.В. Каменные изделия и минерально-сырьевая база каменной индустрии Аркаима / В.В. Зайков, С.Я. Зданович // Археологический источник и моделирование древних технологий: сб. трудов музея-заповедника Аркаим. – Челябинск, 2000. – С. 73–94.
- Зайков, В.В. Геолого-минералогические исследования древних медных рудников на Южном Урале / В.В. Зайков, А.М. Юминов, А.Ю. Дунаев и др. // Археология, этнография, антропология Евразии. – 2005. – № 4. – С. 101–115.
- Зайков, В.В. Состав золота с включениями осмия из ювелирной мастерской городища Уфа-II / В.В. Зайков, А.Н. Султанова, Ф.А. Сунгатов, Е.В. Зайкова // Минералы и минералообразование в природных и техногенных процессах: сб. науч. тр. – Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2009. – С. 37–40.
- Зайков, В.В. Состав золотых изделий Вылчитринского клада (Болгария) / В.В. Зайков, Д. Грегова, П.В. Хворов, П. Бонев // Уральский минералогический сборник № 16. – Миасс; Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – С. 168–173.
- Зайков, В.В. Осмиевый след по минеральным включениям в древних золотых изделиях / В.В. Зайков, Е.В. Зайкова, В.А. Котляров // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2010. – № 1 (41). – С. 37–43.

- Зданович, Г.Б. Аркаим – страна городов / Г.Б. Зданович, И.М. Батанина. – Челябинск: Крокус, 2007. – 260 с.
- Златните находища във България. – София: Земя 93, 2007. – 208 с.
- Золото Урала. Россыпные месторождения / Под ред. В.А. Коротева. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. – 134 с.
- Иессен, А.А. К вопросу о древнейшей металлургии меди на Кавказе / А.А. Иессен // ИГАИМК. Вып. 120. – М.; Л., 1935. – С. 44–46.
- История археологии Южного Зауралья. Учебное пособие / В.С. Мосин, С.А. Григорьев, С.Г. Боталов, Г.Х. Самигулов. – Челябинск: Челяб. госуниверситет, 2000. 348 с.
- Кастанье, И.А. Древности Киргизской степи и Оренбургского края: труды Оренбургской ученой архивной комиссии / И.А. Кастанье. – 1910. – Вып. XXII. – 332 с.
- Кобяшев, Ю.С. Минералы Урала / Ю.С. Кобяшев, С.Н. Никандров. – Екатеринбург: Изд-во Квадрат, 2007. – 312 с.
- Колисниченко, С.В. «Русская Бразилия» на Южном Урале / С.В. Колисниченко, В.А. Попов. – Челябинск: Санарка, 2008. – 528 с.
- Костов, Р. Археоминералогия на неолитни и халколитни артефакти от България и тяхното значение в гемологията / Р. Костов. – София: Изд. дом «Св. Иван Рилски», 2007. – 124 с.
- Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые / под ред. Д.В. Рундквиста. – Л.: Недра, 1986. – 751 с.
- Кузнецова, Э.Ф. Древняя металлургия и гончарство Центрального Казахстана / Э.Ф. Кузнецова, Т.М. Тепловодская. – Алматы: Гылым, 1994. – 207 с.
- Кулик, Н.А. Геология, петрография и минералогия в археологических исследованиях / Н.А. Кулик, А.В. Постнов. – Новосибирск: НГУ, 2009. – 102 с.
- Локерман, А.А. Загадка русского золота / А.А. Локерман. – М.: Наука, 1978. – 144 с.
- Мажитов, Н.А., Сунгатов, Ф.А., Султанова, А.Н. Средневековой город Башкорт (Уфа). Вестник АН РБ. 2007. Том 12, № 3. С. 39–44.
- Марфунин А.С. История золота / А.С. Марфунин. – М.: Наука, 1987. – 245 с.
- Месторождения золота Урала / В.Н. Сазонов, В.Н. Огородников, В.А. Коротева, Ю.А. Поленов. – Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 2001. – 622 с.
- Минеева, И.М. Минералог–петрографическое описание каменных предметов Национального музея республики Башкортостан / И.М. Минеева, В.М. Горожанин // Уфимский археологический вестник. – Вып. 1. Уфа: НМ РБ, 1998. – С. 165–189.
- Минералогия Урала. Элементы. Карбиды. Сульфиды. Свердловск: УрО РАН, 1990. 390 с.
- Мосин, В.С. Кремень и яшма в материальной культуре населения каменного века Южного Урала / В.С. Мосин, В.Ю. Никольский. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 196 с.
- Овчаров, Д. Сокровища Болгарской земли: пятнадцать кладов / Д. Овчаров. – София: Болгарский бестселлер, 2005. – 91 с.

Платинометальное орудение в геологических комплексах Урала / под ред. В.А. Коротева, К.К. Золоева. – Екатеринбург: Департамент природных ресурсов по Уральскому региону, 2001. – 199 с.

Политехнический словарь / Гл. ред. И.И. Артоболевский. – М.: Советская энциклопедия. 1976. 608 с.

Пшеничнюк, А.Х. Олени Филипповки / А.Х. Пшеничнюк // Золотые олени Евразии. – СПб.: Гос. Эрмитаж, 2003. – С. 9–12.

Равич, И.Г. Особенности состава и структуры благородной черной патины на миниатюрных зеркалах сарматского времени, найденных на Северном Кавказе / И.Г. Равич, Л.Б. Бер, Т.А. Мухина // Художественное наследие. – 2004. – № 6. – С. 27–34.

Равич, И.Г. Изучение свойств и микроструктуры сплавов медь – мышьяк в связи с их использованием в древности / И.Г. Равич, Н.В. Рындина // Художественное наследие. – 1984. – № 9(39). – С. 113–124.

Реестр хромитопоявлений в альпинотипных ультрабазитах Урала. – Пермь: КамНИИКИГС, 2000. – 474 с.

Ростовцев, М.И. Курганные находки Оренбургской области эпохи раннего и позднего эллинизма / М.И. Ростовцев // Материалы по археологии России. – 1918. – Вып. 37. – 104 с.

Рундквист, Д.В. Современные представления о геологическом строении и зональности месторождений Корнуолла (Англия) / Д.В. Рундквист // Геология рудных месторождений. – 1980. – № 6. – С. 3–17.

Рындина, Н.В. Древнейшее металлообрабатывающее производство Восточной Европы / Н.В. Рындина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 142 с.

Сальников, К.В. Очерки древней истории Южного Урала / К.В. Сальников. – М.: Наука, 1967. – 408 с.

Сатпаев, К.И. Основные черты геологии и металлогении Джезказганского меднорудного района. Генезис, состав и запасы его руд / К.И. Сатпаев // Большой Джезказган. – Л.; М.: АН СССР, 1935. – С. 195–258.

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

Сергеева, Н.Ф. Древнейшая металлургия меди юга Восточной Сибири / Н.Ф. Сергеева. – Новосибирск: Наука, 1981. – 150 с.

Сунчугашев, Я.И. Горное дело и выплавка металлов в древней Туве / Я.И. Сунчугашев. – М.: Наука, 1969. – 140 с.

Сунчугашев, Я.И. Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакасско-Минусинской котловине / Я.И. Сунчугашев. – М.: Наука, 1975. – 173 с.

Таиров, А.Д. Исследования курганного могильника Кичигино в 2007 г. (предварительные результаты) / А.Д. Таиров, С.Г. Боталов, М.Л. Плешанов // Ранние кочевники Волго-Уральского региона: сб. науч. тр. – Оренбург: ОГПУ, 2008. – С. 139–144.

Татаринов, С.И. Древний металл Восточной Украины / С.И. Татаринов. – Артемовск: Артемовский гос. музей, 1993. – 153 с.

Твалчрелидзе, Г.А. Рудные провинции мира / Г.А. Твалчрелидзе. – М.: Недра, 1972. – 368 с.

Тишкин, А.А. Предметы торевтики хуннского времени из памятника Яломан-II (Центральный Алтай) / А.А. Тишкин // Торевтика в древних и средневековых культурах Евразии: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2010. – С. 40–45.

Тишкин, А.А. Результаты изучения предметов торевтики с местонахождения Плотниково / А.А. Тишкин, Т.Г. Горбунова // Торевтика в древних и средневековых культурах Евразии: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2010. – С. 100–104.

Тишкин, А.А. Рентгенофлюоресцентный анализ предметов торевтики с местонахождения Плотниково / А.А. Тишкин, А.М. Илюшин // Торевтика в древних и средневековых культурах Евразии: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2010. – С. 94–100.

Ткачев, В.В. Подъемный материал из поселений и рудников бронзового века в Мугоджарах / В.В. Ткачев, Р.А. Сегедин, С.Г. Грешнер // Вопросы археологии Западного Казахстана. – 1996. – Вып. 1. – Самара. – С. 83–108.

Ткачев, В.В. Периодизация и хронология памятников эпохи бронзы Ишкининского археологического микрорайона в Восточном Оренбуржье / В.В. Ткачев // Вопросы истории и археологии Западного Казахстана. – 2005. – Вып. 4. – Уральск. – С. 182–198.

Ткачев, В.В. Уральско-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы / В.В. Ткачев // Российская археология. – 2011. – № 2. – С. 43–55.

Торбов, Н. Могиланската могила въ Враца / Н. Торбов. – Враца: Майобо, 2005. – 200 с.

Торевтика в древних средневековых культурах Евразии. – Барнаул: АлтГУ, 2010. 188 с.

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

Ферсман, А.Е. Очерки по истории камня / А.Е. Ферсман. – М.: АН СССР, 1954. – 372 с.

Фракен, Э. Янтарь / Э. Фракен. – М.: Мир, 1990. – 197 с.

Цинцов З. Минерали от граната на платината в алувиални седменти от Благоевградски грабен: Автореф. науч. степ. «доктор». – София: Българска Академия на науките, 1997. 12 с.

Черников, С.С. Древняя металлургия и горное дело Западного Алтая / С.С. Черников. – Алма-Ата: АН КазССР, 1949. – 97 с.

Черных, Е.Н. Горное дело и металлургия в древнейшей Болгарии / Е.Н. Черных. – София, 1978. – 385 с.

Черных, Е.Н. Каргалы. В 5 т. Т. 5: Каргалы: феномен и парадоксы развития / Е.Н. Черных. – М.: Языки славянской культуры, 2007. – 200 с.

Черных, Е.Н. Древняя металлургия Северной Евразии / Е.Н. Черных, С.В. Кузьминых. – М.: Наука, 1989. – 320 с.

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

Черных, Е.Н. Каргалы. Забытый мир / Е.Н. Черных. – М.: Nox, 1997. – 177 с.

Черных, Е.Н. Степной пояс Евразии / Е.Н. Черных. – М.: Рукописные памятники Древней Руси. 2009. – 624 с.

Черных, Е.Н. Каргалы / Е.Н. Черных, Ю.М. Лебедева, И.В. Журбин и др. – М.: Языки славянской культуры, 2002. – Т. 2 – 184 с.

Шрамко, Б.В. Бельское городище скифской эпохи (город Гелон) / Б.В. Шрамко. – Киев: Наук. думка, 1981. – 183 с.

Шумихин, Е.В. Из истории золотодобычи на Южном Уралем / Е.В. Шумихин, В.А. Волгин. – Челябинск: Крокос, 2008. – 152 с.

Щеглов, А.Д. Загадки Корнуолла / А.Д. Щеглов // Геология рудных месторождений. – 1992. – № 5. – С. 80–97.

Щербатов, Ю.Г. Состав золотых изделий, источники металлов и способы их обработки / Ю.Г. Щербатов, Н.В. Рослякова // Феномен Алтайской мумии. – Новосибирск: Изд-во ИАиЭ СО РАН, 2000. – С. 179–187.

Энциклопедія Трипільської цивілізації. Том 1. Книга перша. Кишв: Енциклопедія. 2004. – 320 с.

Юминов, А.М. Горные разработки в бронзовом веке на Ишкининском медном руднике (Ю. Урал) / А.М. Юминов, В.В. Зайков // Уральский минералогический сборник № 12. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2002. – С. 98–110.

Юминов, А.М. Рентгенофлуоресцентный и микрозондовый анализ древних золотых изделий / А.М. Юминов, В.В. Зайков, А.Д. Таиров и др. // Роль естественно-научных знаний в археологических исследованиях: сб. науч. тр. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2009. – С. 102–106.

Юминов, А.М. Состав золотых изделий из материалов погребений курганных могильников Переволочан-I, Переволочан-II и Яковлевка-II / А.М. Юминов, В.В. Зайков, С.В. Сиротин и др. // Уральский минералогический сборник № 17. – Миасс; Екатеринбург: ИМин УрО РАН, 2010. – С. 152–161.

Юшкин, Н.П. Археоминералогия: становление и перспективы / Н.П. Юшкин // Археоминералогия и ранняя история минералогии. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2005. – С. 5–6.

Юшкин, Н.П. Кварцевые шары в материальной культуре человека / Н.П. Юшкин // Археоминералогия и ранняя история минералогии. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2005. – С. 74–77.

Яблонский, Л.Т. Сарматы Южного Приуралья / Л.Т. Яблонский // Сокровища сарматских вождей (материалы раскопок Филипповских курганов) – Оренбург: Печат. дом «Димур», 2008. – С. 17–32.

Demitriades, A. Lavreotiki (Lavrion) excursion Guide / A. Demitriades. – Athens: Institute of Geology, 2003. – 37 p.

Embrey, P.G. Minerals of Cornwall and Devon / P.G. Embrey, R.F. Symes. – British Museum (Natural History), 1987. – 154 p.

Emmons, W.H. Relation of metalliferous lode systems to igneous intrusions / W.H. Emmons // Trans. Amer. Inst. and Met. Eng. – 1927. – V. 74. – P. 29–70.

Geoarcheology: exploration, environments, resources / Ed. A.M. Pollard. L.: GS, Special publ. No. 165. 1999. – P. 180.

Harris D., Cabri L. Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // Canadian Mineralogist. 1991. V. 29. P. 231–237.

- Meeks, N.D. Tin-rich surface on bronze: experimental and archaeological considerations / N.D. Meeks // *Archaeometry*, 1986. – V. 28. – No. 2. – P. 133–162.
- Gergova D. The Eternity of a Burial Rite. The Throne and the Sitting Dead. Proceedings of the The 7th International Colloquium of Funerary Archaeology, The Society of the Living – the Community of the Dead (from Neolithic to the Christian Era), Acta Terrae Sptemcastrensis. V. 1. Sibiu, 2005. – P. 10–17.
- Meeks, N.D. The analysis of platinum-group element inclusions in gold antiquities / N.D. Meeks, M.S. Tite // *Journal of Archaeological Science*. – 1980. – 7 (3). – P. 267–275.
- Mgeliashvili, T. Geoaerchology of Georgia / T. Mgeliashvili. – Tbilisi: Izdatel'stvo Metsniyereba, Georgian Republic, 1991. – 182 p.
- Nicolaides, S. Troodos Ophiolite Complex and related mineralization / S. Nicolaides, E.G. Morisseau, G. Petrides. – Cyprus: Nicosia, 2003. – 41 p.
- Pernicka, E. Prehistoric copper in Bulgaria / E. Pernicka, F. Begemann, S. Schmitt-Strecker et al. // *Eurasia Antiqua*. Berlin: Deusches Archaologisches Institut, 1997. Bd 3. – 190 p.
- Prehistoric Gold in Europe. Neherland: Kluver Acadremic Publisher. 1995. 531 p.
- O'Brien, W. Bronze Age Copper Mining in Britain and Ireland / W. O'Brien. – L.: British Library, 1996. – 64 p.
- Tsintsov, Z. Genetically indicative features of Pt-Fe and Os-Ir-Ru alloy crystals from placers in SW Bulgaria // *Geochemistry, mineralogy and petrology*. № 38. C. 35–44.
- Zaykov, V.V. Geologo-mineralogical studies of ancient copper mines in the southern Urals / V.V. Zaykov, A.M. Yuminov, A.Y Dunaev, G.B. Zdanovich, S.A. Grigoriev // *Archaeology, Ethnology and Enthropology of Eurasia*. 2005. – № 4(24). – P. 101–114.
- Zwicker, U. Archaeometallurgical on the Copper- and Copper-Alloy-Production in the Area of the Mediterranean Sea (7000–1000 B.C.) / U. Zwicker // *Bulletin of the Metals Museum*. 1990. – Vol. 15. – P. 3–32.

КРАТКИЙ АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Абсолютный возраст – методы определения абсолютного (выраженного в годах) возраста отложений земли и расположенных в них археологических находок и геологических тел.

Азурмалахит – тонкоагрегатная смесь малахита и азурита, возникающая при окислении сульфидных руд.

Аллювий – отложения, формирующиеся постоянными водными потоками в речных долинах. Вмещают россыпные месторождения золота, платины, олова и др.

Андроновская культура – культура Южного Зауралья, Западной Сибири, Казахстана. Бронзовый век. II тысячелетие – начало I тысячелетия до н. э.

Аржан – царский курган VIII–VII вв. до н. э. в долине р. Уюка (Тува).

Аридизация – уменьшение степени увлажнения территорий, которое вызывает их опустынивание.

Аркаи́м – укрепленное поселение бронзового века (XVIII–XVI вв. до н. э.) округлой формы диаметром около 170 м в Челябинской области.

Артефакт в археологии – предмет, сделанный человеком, или объект, подвергшийся в прошлом воздействию человека. Примерами артефактов являются каменные инструменты, ювелирные изделия, оружие, керамика, шлаки, постройки и их детали, угли древнего костра, кости, имеющие следы воздействия человека, и др.

Археологический памятник – любые остатки древних сооружений, следы трудовой или культовой деятельности древних людей, а также сами древние вещи, изготовленные когда-то человеком или приспособленные им для своих целей. Археологические памятники являются объектами археологического исследования.

Археология – наука, изучающая историческое прошлое человечества на основе материальных остатков деятельности человека.

Афанасьевская культура – культура Южной Сибири (Алтай, Минусинская котловина) – энеолит. От середины III тысячелетия до начала II тысячелетия до н. э.

Березиты (по Березовскому месторождению на Урале) – гидротермально измененные и часто золотоносные горные породы, состоящие из кварца и серицита, с постоянной примесью пирита, карбоната и рутила.

Брекчии – горные породы, состоящие из угловатых обломков размером более 10 мм и цемента. Обломки, слагающие брекчии, могут быть однородными и разнородными, обычно они резко отличаются по составу от цемента.

Бронза – сплав меди с оловом, мышьяком, сурьмой, свинцом и другими металлами, придающими металлу повышенную твердость.

Бронзовый век – историко-культурный период, характеризующийся распространением в передовых культурных центрах бронзы и превращением

ее в ведущий материал для производства орудий труда и оружия. Приблизительные хронологические рамки бронзового века: конец IV – начало I тысячелетия до н. э.

Бутара, вашгерд – древнейшие устройства для промывки песков россыпных месторождений.

Верхний (или поздний) палеолит – археологическая эпоха, датирующаяся временем 40–10 тысячелетий назад. Время появления и существования человека современного типа (*Homo sapiens*).

Включения в минералах – захваченные минералами при росте порции раствора, расплава или твердые тела. Их изучение позволяет приблизительно восстановить условия образования минерала.

Вмещающие породы – породы, содержащие рудные тела.

Вулканическое стекло – аморфная стекловидная масса, часто темного цвета, имеющая различный химический состав. Образуется при очень быстром охлаждении лавы во время вулканического извержения.

Выработки древние – пройдены в каменном, бронзовом и раннем железном веке (до V в. н. э.).

Выработки старинные – пройдены в средние века и в XVIII–XIX столетиях.

Геологические процессы – протекающие внутри Земли (эндогенные) и на поверхности (экзогенные). К эндогенным относятся магматические, метаморфические и тектонические, к экзогенным – геологическая деятельность ветра, текучих поверхностных и подземных вод, ледников, морей и океанов, озер и болот.

Геолого-разведочные работы – поиски месторождений полезных ископаемых и их последующая оценка с подсчетом запасов.

Геохронологическая шкала – шкала относительного геологического времени, показывающая последовательность и соподчиненность основных этапов геологической истории Земли и развития жизни на планете.

Гидротермальные месторождения – месторождения, образовавшиеся при отложении рудного вещества из горячих (термальных) вод, имеющих температуру 50–450 °С.

Гипербазиты – ультраосновные горные породы, состоящие из оливина (дуниты), оливина и пироксена (гарцбургиты).

Горит – футляр для лука и колчана со стрелами.

Городище – укрепленное поселение.

Группа металла металлургическая – совокупность изделий, металл которых легирован однородной примесью (бронзы мышьяковистые, оловянистые и т. д.).

Группа металла химическая – совокупность изделий, связанных единством рудного источника.

Дендриты – древовидные агрегаты, состоящие из отдельных сросшихся кристаллических индивидов (иногда из скопления скелетных образований). Дендриты образуются в результате быстрой кристаллизации.

Деформация – изменение формы и объема геологических тел под действием тектонических сил.

Дольмен – мегалитическое сооружение из крупных камней, напоминающее ящик, перекрытый сверху плоской каменной плитой.

Друза – агрегат кристаллов, выросших на общем основании.

Дудка – вертикальная горная выработка округлого сечения.

Жила – плитообразное или ветвистое геологическое тело (гидротермальное, магматическое), заполнившее трещину в горных породах. Мелкие жилы называют прожилками.

Залежь – скопление полезных ископаемых различной формы (пласт, линза, жила и др.). Выделяют залежи рудные, неметаллических руд, газовые и нефтяные, угольные.

Зернотерка – камень для растирания зерна. Зернотерки в древности – обычно грубозернистые породы в виде камней блюдцевидной формы.

Интрузивные горные породы – образовавшиеся при затвердевании остывающей магмы в земной коре.

Кальдера – циркообразная впадина с крутыми стенками, образовавшаяся вследствие провала вершины вулкана.

Карбонаты – минералы, соли угольной кислоты H_2CO_3 . Наиболее распространены карбонаты с двухвалентными катионами Ca, Mg, Mn, Ba, Sr, Pb, Zn, Cu (кальцит, доломит, магнезит, сидерит, родохрозит, витерит, стронцианит, церуссит, смитсонит, малахит, азурит).

Карта металлогеническая – карта, на которую нанесены рудоносные структуры, знаки полезных ископаемых и площади, перспективные на тот или иной вид минерального сырья.

Кельт – разновидность топоров со втулкой, перпендикулярной лезвию.

Кносс – царский дворец в центральной части северного побережья о-ва Крит.

Колчеданные месторождения – в составе их руд преобладают минеральные соединения металлов с серой (пирит, халькопирит, галенит и др.).

Конкреции – округлые стяжения минеральных компонентов, ясно отличающиеся от вмещающих осадков составом, формой и другими признаками.

Кора выветривания – комплекс горных пород, возникших в результате их преобразования в континентальных условиях под влиянием различных экзогенных факторов.

Коренные породы – все горные породы в их естественном залегании, кроме рыхлых.

Корольки – округлые расплавные выделения металлов в шлаках.

Кристаллические сланцы – общее название сланцеватых метаморфических пород.

Ксенолит – включение чуждых обломков в магматическом теле или шлаке.

Кукутени – энеолитическая культура IV–III тысячелетия до н. э. Румыния, Венгрия, Украина.

Культура археологическая – группа относительно одновременных памятников со сходным инвентарем, занимающих определенную территорию.

Культурный слой – отложения, в которых по артефактам установлены остатки материальной культуры древнего человека.

Курган – округлая или продолговатая насыпь (или конструкция), воздвигнутая над одним или несколькими захоронениями.

Куро-аракская культура – раннебронзовая культура Закавказья и части Северного Кавказа.

Листвениит – золотоносная метасоматическая горная порода, состоящая из карбонатов, кварца и зеленой слюды и образовавшаяся по гипербазитам.

Майкопская культура – раннебронзовая культура Северного Кавказа и Предкавказья.

Материк – отложения, располагающиеся в основании культурного слоя.

Маргиана – древняя страна, расположенная в бассейне р. Мургаб (Туркменистан).

Менгиры – древнее сооружение в виде отдельно стоящих камней, установленных вертикально.

Металлогения – наука, изучающая закономерности размещения и условия образования месторождений полезных ископаемых в пространстве и времени.

Металлообработка – изготовление металлических изделий из привозного материала.

Металлургия – технология получения металлов из руд. В современном значении – область науки и техники и отрасль промышленности, охватывающие процессы получения металлов из руд или других материалов.

Метаморфизм – процессы изменения минерального состава и структуры горной породы под действием высоких температур и давлений в твердом состоянии без изменения химического состава.

Метасоматоз – метаморфизм с изменением химического состава исходных горных пород.

Микены – город в Пелопоннесе в Греции с циклопическими постройками (бронзовый век).

Микролиты – орудия, выполненные на пластине или отщепе размером менее 2,5 см.

Минерогения – наука о закономерностях размещения и условиях образования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых.

Микровключения в шлаках – минеральные (обломки рудных минералов) и расплавные (выросшие в шлаках).

Минеральное сырье – металлические и неметаллические полезные ископаемые, используемые в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве.

Минойская культура – культура Греции и Крита III–II тысячелетия до н. э. Бронзовый век. Многие ученые предполагают, что минойская культура погибла в 1400 г. до н. э. после извержения вулкана Санторин.

Многослойные стоянки – остатки разновременных поселений, существовавших на одном и том же месте.

Нарушения разрывные – разрывы массивов горных пород. Поверхность, по которой произошел разрыв, называется сместителем, а породы по обе стороны от него – крыльями.

Нарушения складчатые – складки в слоистых толщах, возникшие в результате тектонических процессов. Синоним – дислокации пликативные.

Нуклеус (ядрище) – кусок камня (кремня, обсидиана, яшмы), с которого скалывались или отжимались отщепы или пластинки для изготовления орудия или вкладышей для них (ножей, серпов).

Обсидиан – вулканическое стекло преимущественно черного, а также красного, коричневого, серого цветов, с раковистым режущим изломом. В каменном и бронзовом веках использовался для изготовления орудий производства. Был предметом первой международной «торговли» около 9 тыс. лет назад.

Окуневская культура – культура Южной Сибири. Эпоха бронзы (первая половина II тысячелетия до н. э.). Следовала за афанасьевской культурой и предшествовала андроновской.

Отщеп – отколота при изготовлении каменного орудия каменная пластинка.

Периодизация археологическая – периодизация истории человеческого общества, в основе которой лежит так называемая система трех «веков», или трех последовательных эпох (век камня – век бронзы – век железа), основанная на смене сырьевых материалов, преобладавших при производстве орудий труда и оружия.

Перлит – водосодержащее вулканическое стекло, способное вспучиваться при нагревании.

Плотик – поверхность коренных горных пород, подстилающая россыпь и содержащая полезные компоненты (золото, алмазы и др.).

Разлом – нарушение слоев и магматических тел со смещениями любого характера. Термин обычно применяется к крутым и вертикальным структурам.

Россыпь – скопление на суше или на дне рек, озер или морей мелких обломков, включающих в себя зерна или кристаллы в промышленных концентрациях (золото, алмазы, касситерит).

Руда – природное минеральное вещество, из которого технологически возможно и экономически выгодно извлекать различные металлы или соединения (в том числе и кристаллы как сырье для ювелирной промышленности).

Рудокласты – обломки руды в горной породе.

Савроматская культура – ранний период в истории сарматов (VI–V вв. до н. э.). Степи Нижнего Поволжья и Южного Урала, Волго-Донское степное междуречье.

Самородок – сравнительно крупное природное обособление металла (золота, серебра, платины, меди, олова и др.) в рудных и россыпных месторождениях. Обычно резко отличается по размерам от зерен вмещающих отложений и частиц этих металлов.

Сарматская культура – культура IV в. до н. э. – III в. н. э. в степях Южного Урала, Нижнего Поволжья, Волго-Донского междуречья, Северного Причерноморья.

Сейминско-турбинские могильники – памятники эпохи поздней бронзы (середина II тысячелетия до н. э.), оставленные выходцами из Сибири, миграция которых в Восточную Европу (Верхнее Поволжье, Прикамье) способствовала прогрессу местной металлургии.

Селище – неукрепленное поселение. Остатки селищ, как правило, не имеют внешних признаков (рвов, валов), что затрудняет их поиски. Обнаруживаются по наличию культурного слоя и находкам отдельных предметов, принадлежавших его древним обитателям.

Сетка – разметка археологического раскопа на квадраты (обычно 3?3 м или 2?2 м) для облегчения фиксации находок или иных остатков древней жизни при ведении археологических раскопок. Между квадратами оставляют бровки для графической и фотофиксации разрезов культурных слоев.

Скребок – орудие из камня, изготовленное на конце пластины (концевой скребок) или на отщепе (боковой скребок).

Синташтинская культура – культура бронзового века Южного Урала (II тысячелетие до н. э.).

Срубная культура – культура степей и южной лесостепи Восточной Европы. Поздняя бронза. II тысячелетие – начало I тысячелетия до н. э.

Стратиграфическая колонка – графическое изображение последовательности напластования горных пород и характера контактов между смежными стратиграфическими подразделениями. Синоним – разрез стратиграфический.

Структура горных пород – совокупность признаков строения горных пород, обусловленных размерами, формой и взаимоотношениями ее составных частей.

Сульфиды – минералы, природные сернистые соединения металлов и некоторых неметаллов. В химическом отношении рассматриваются как соли сероводородной кислоты H₂S. Главнейшие элементы, образующие сульфиды: Fe, Zn, Cu, Hg, Mo, Pb, Bi, Ni, Sb, As.

Суртандинская культура – ранний энеолит Южного Зауралья, IV–III тысячелетия до н. э.

Тагарская культура – культура Южной Сибири. Минусинская котловина. Железный век, VII–II вв. до н. э.

Таштыкская культура – культура Южной Сибири. Минусинская котловина. Железный век, II в. до н. э.– V в. н. э.

Текстура горных пород – строение горной породы, обусловленное ориентировкой и распределением ее составных частей.

Тектоника – раздел геологии, занимающийся изучением общего строения верхней части земной коры: региональных структур или форм деформации, их взаимоотношений, происхождения и исторического развития.

Телль, тепе – вид археологического памятника на территории Средней Азии, Кавказа, Ближнего Востока – холм, образовавшийся из остатков древних строений и заполняющих их культурных слоев. Поселения существовали на одном и том же месте в течение многих веков и даже тысячелетий. Разрушившиеся строения служили фундаментом для новых, и поселение росло в высоту.

Торевтика – художественно оформленные металлические изделия, как правило декоративно-прикладного значения, изготовленные специальными технологическими приемами (чеканка, штамповка. Тиснение, литье, гравировка, инкрустация и т. д.); изготовление художественных изделий из металла.

Трипольская культура – энеолит Правобережной Украины, Молдовы (в Румынии называется культурой Кукутени).

Уклон – наклонная подземная горная выработка.

Формации – естественные комплексы горных пород, связанные между собой единством происхождения.

Хетты (Хатти) – народность, говорившая на наиболее раннем из известных индоевропейских языков. Жили в конце III–II тысячелетии до н. э. в Анатолии и Леванте (совр. Турция).

Шлиф полированный – небольшой кусочек руды, угля или горной породы с пришлифованной и отполированной поверхностью среза. Предназначается для изучения состава и строения под микроскопом в отраженном свете. Синоним: аншлиф.

Шлиф прозрачный – тонкая (0,03 мм) полированная пластинка горных пород или минералов, предназначенная для изучения под микроскопом. Приклеивается с помощью канадского бальзама к предметному стеклу и сверху покрывается более тонким покровным стеклом также с помощью канадского бальзама.

Шлих – концентрат (остаток) тяжелых минералов, полученный в результате промывки рыхлых отложений в лотке или в промывочном ковше. Обычно обогащен минералами высокой плотности, содержит крупинки Au, Pt, кристаллы алмазов, киновари и др.

Штольня – горизонтальная подземная выработка, имеющая выход на дневную поверхность.

Штрек – горизонтальная подземная выработка, не имеющая выхода на дневную поверхность.

Шумер – древнейшая цивилизация в Южной Месопотамии между Вавилоном и Персидским заливом. Начало цивилизации датируется 3400 г. до н. э.

Шурф – вертикальная горная выработка квадратного или прямоугольного сечения, пройденная с поверхности Земли при поисках и разведке полезных ископаемых, а также при геологической съемке, инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях.

Электронный микроскоп – прибор для исследования мельчайших объектов, требующих увеличения в несколько тысяч раз.

Энеолит (медно-каменный век) – переходная эпоха от неолита к эпохе бронзы. На Ближнем и Среднем Востоке V–III тысячелетие до н. э.

Ямная (древнеямная культура) – названа по обряду погребения в ямах под курганами. Ранний бронзовый век. Занимает территорию от Урала до Днестра.

Использованная литература

- Большая Советская Энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия. 1971–1975.
Геологический словарь – <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0042>.
Геологический словарь. Т. 1. М.: Недра, 1973. 488 с.
Геологический словарь. Т. 2. М.: Недра, 1973. 456 с.
Матюшин Г.Н. Археологический словарь. М.: Просвещение; АО «Учеб. лит.», 1996. 304 с.

Зайков Виктор Владимирович
Юминов Анатолий Михайлович
Зайкова Елизавета Владимировна
Таиров Александр Дмитриевич

Основы геоархеологии

Технический редактор Брагин Н.П.
Компьютерная верстка Новокрещеновой Л.Б.
Корректор Чурсина Л.В.

ООО «Геотур»

Формат 70×100¹/₁₆.
Усл. печ. л. 21.28. Тираж 300 экз.

Оригинал-макет выполнен в Институте минералогии УрО РАН