

УДК 903.2(470.5)

В.В. Зайков¹, А.М. Юминов¹, В.В. Ткачев²¹Институт минералогии УрО РАН

Ильменский заповедник, Миасс, 456317, Россия

E-mail: zaykov@mineralogy.ru

umin@mineralogy.ru

²Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)

Оренбургского государственного университета

пр. Мира, 15А, Орск, 462403, Россия

E-mail: vit-tkachev@yandex.ru

МЕДНЫЕ РУДНИКИ, ХРОМИТСОДЕРЖАЩИЕ МЕДНЫЕ РУДЫ И ШЛАКИ ИШКИНИНСКОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)*

Рассмотрено строение рудников, состав медных руд и шлаков из Ишкининского археологического микрорайона в Оренбургской обл. В рудах и шлаках содержатся включения хромитов, унаследованных от вмещающих гипербазитов. В хромитах выделяются три группы по содержанию Cr_2O_3 – 45–50, 50–55 и 55–61 %. Близкие параметры свойственны хромитам из малахитсодержащих руд Ишкининского кобальт-медно-колчеданного месторождения. В медных корольках шлаков присутствуют сульфиды меди, а также фосфиды железа с повышенным содержанием никеля. Полученные данные свидетельствуют об использовании палеометаллургами местных медных руд. Представлен обзор распространения хромитсодержащих руд и шлаков на археологических памятниках Южного Урала и намечены задачи предстоящих работ.

Ключевые слова: медь, медные руды, шлаки, малахит, гетит, хромитпинелиды, сульфиды, гипербазиты, бронзовый век, Урал, Ишкинино.

Введение

Южный Урал в позднем бронзовом веке входил в Евразийскую металлургическую провинцию, объединявшую несколько горно-металлургических центров [Черных, 2007, с. 76]. В провинции выделена

серия дискретно расположенных компактных групп археологических памятников, тяготеющих к древним горным выработкам (рис. 1). К числу наиболее обеспеченных рудными источниками относится Ишкининский археологический микрорайон в долине р. Сухая Губерля в Восточном Оренбуржье (рис. 2), который может расцениваться в качестве эталонного для Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра эпохи поздней бронзы [Ткачев, 2011а]. На территории микрорайона располагается Ишкининское кобальт-медно-колчеданное месторождение, разрабатывавшееся в древности [Юминов, Зайков, 2002]. Поскольку археологический микрорайон обычно охватывает зону действия устойчивой хозяйственной структуры и отдельной социальной единицы [Синюк, 1990, с. 6], то с учетом производственной специализации населения в данном случае зафиксирован ло-

*Исследования выполнены при поддержке междисциплинарного проекта УрО РАН «Природа и общество Южного Зауралья в эпоху бронзы: междисциплинарный анализ археологических памятников». Авторы признательны Г.И. Зайцевой, П.Ф. Кузнецову за определение возраста археологических памятников, А.С. Алешинской, М.Д. Качановой, Е.А. Спиридоновой за проведение палинологических исследований, В.А. Котлярову, Е.И. Чуринову, П.В. Хворову за аналитические исследования, Е.В. Зайковой, О.Л. Бусловской за техническую помощь при подготовке статьи.

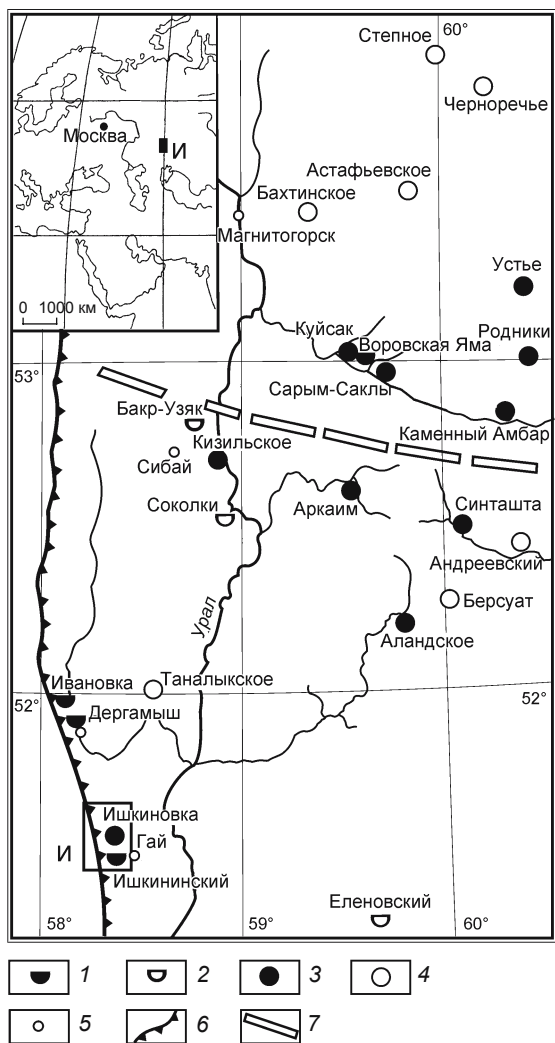


Рис. 1. Схема расположения рудников и поселений бронзового века на Южном Урале (составлена с использованием данных [Зданович, Батанина, 2007]). На врезке показано положение Ишкининского археологического микрорайона (И) в Северо-Восточной Евразии.

1 – древние рудники с хромитсодержащими рудами; 2 – древние рудники, на которых не выявлены хромитсодержащие руды; 3 – поселения бронзового века с хромитсодержащими шлаками; 4 – поселения бронзового века, 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.

кальный центр металлопроизводства, основанный на эксплуатации этого месторождения.

Древние карьеры, выявленные К.Д. Субботиным в 1940–1942 гг. в ходе геолого-разведочных работ, длительное время не были известны археологам. В конце 1950-х гг. этот объект посетил актюбинский геолог Р.А. Сегедин, обнаруживший на отвале древнего рудника массивный каменный молот [Ткачев, Сегедин, Грешнер, 1996, рис. 13]. Разведка месторождения, в

процессе которой была получена информация о древних карьерах, проводилась в 1957–1965 гг. под руководством А.П. Сидоренко и А.Г. Полуэктова. 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 проводилось в 1998–2001 гг. А.М. Юминовым и В.В. Зайковым [2002]. В течение нескольких полевых сезонов с 1996 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, 2011б].

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

Минералогический интерес к памятнику вызван наличием в рудах Ишкининского кобальт-медно-колчеданного месторождения хромита $FeCr_2O_4$ – минерала из группы хромшпинелидов, в составе которого присутствуют в качестве примесей в различных пропорциях Mg, Al, Ti, Mn, Zn, V. Это тугоплавкий минерал, температура плавления высокохромистых разновидностей достигает 2 180 °C [Большая советская энциклопедия, 1978, с. 400]. Хромит – типичный аксессуарный минерал гипербазитов, поэтому его присутствие в шлаках является индикатором использования руд, пространственно связанных с этими породами. Гипербазиты состоят из оливина и пироксенов, главные их различия, содержащие хромит, – дуниты и гарцбургиты [Геологический словарь, 1973, с. 120]. Гидротермальными и метаморфическими процессами гипербазиты превращены в тальк-карбонатные породы и серпентиниты.

Целью статьи является комплексная характеристика древнего рудника, хромитсодержащих руд и шлаков, выявленных на территории Ишкининского археологического микрорайона. Это позволит получить описание эталонного объекта, на котором происходила добыча, обогащение и металлургическая переработка медных руд. Ранее подобные сопоставления для древних рудников Южного Урала были косвенными,

т.к. хромитсодержащие шлаки не имели точной привязки 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.В. Ткачева.

Исследование состава минералов проводилось в Институте минералогии УрО РАН с использованием оптических микроскопов OLYMPUS, рентгеноспектрального микроанализатора РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров), микрозондового анализатора JEOL-733 (аналитик Е.И. Чурин). Образцы руд были заключены в препарат на основе эпоксидной смолы и отполированы. При их исследовании определены свойства хромитов и других минералов. Для установления идентичности хромитов из шлаков и медных руд был изучен состав сульфидных и малахитсодержащих руд и вмещающих их пород. Использовались рентгенофлуоресцентный метод (аналитик П.В. Хворов) и химический анализ [Юминов и др., 2009].

Характеристика Ишкининского археологического микрорайона

С поздним бронзовым веком в этом микрорайоне связана группа компактно расположенных синхронных памятников, представленных горными выработками, поселением, сериями местонахождений и могильниками (рис. 2). По всей видимости, они относились к единому хозяйственно-культурному центру, основанному на сочетании горно-металлургического производства и отгонного скотоводства [Ткачев, 2011б].

Горные выработки локализируются на левобережье ручья Аулган – левого притока р. Сухая Губерля. На противоположном берегу ручья на ровной площадке располагалось поселение Ишкиновка. На площади поселения были заложены разведочные шурфы и небольшой раскоп, которым вскрыты приуроченные к жилищным впадинам два хозяйственных комплекса 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

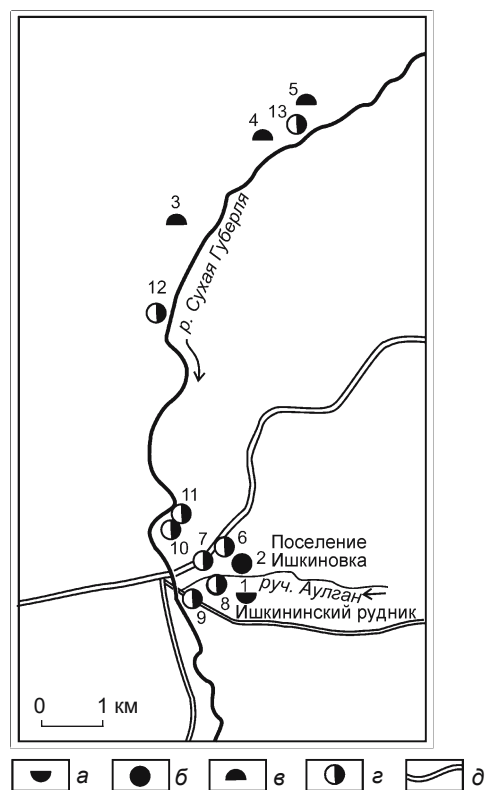


Рис. 2. Схема расположения археологических памятников в Ишкининском археологическом микрорайоне. а – рудник; б – поселение; в – могильники; г – местонахождения артефактов; д – дороги.

1 – Ишкининский рудник; 2 – Ишкиновка; 3 – Ишкиновка I; 4 – Ишкиновка II; 5 – Ишкиновка III; 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.

по технологическим и морфологическим характеристикам, орнаментации и технике ее нанесения керамическому комплексу алакульских могильников Ишкиновка I–III. Однако отдельные фрагменты сосудов с плавным профилем, наlepным валиком по горловине и крестовым орнаментом, обнаруженные в верхних горизонтах культурного слоя, по всей видимости, относятся к эпохе финальной бронзы.

В непосредственной близости от рудника и поселения обнаружена серия местонахождений керамики позднего бронзового века, не образующих культурного слоя. Они могут рассматриваться как пункты периодических посещений, связанных с особенностями отгонных форм скотоводства и торгово-обменными операциями. Одно местонахождение (№ 8) обнаружено на берегу безымянного ручья недалеко от его впадения в Аулган, два местонахождения (№ 7, 6) – на площадках по обе стороны Аулгана в устье безымянного ручья, еще одно (№ 9) – у места впадения Аулгана в р. Сухая Губерля. На левобережье реки в 1 км выше по течению от устья ручья найдены керамика и кости домашних животных (местонахождения № 10, 11).

Другая компактная группа археологических объектов позднего бронзового века сосредоточена на правом берегу р. Сухая Губерля севернее описанных памятников. В устье ее правого притока, ручья Жериклинский, на краю пологой водораздельной возвышенности размещался могильник Ишкиновка I (№ 3). Недалеко от него на мысообразной площадке обнаружено местонахождение керамики эпохи бронзы (№ 12). В 2 км выше по течению Сухой Губерли находится курганный могильник Ишкиновка II (№ 4), еще в 1 км вверх – могильник Ишкиновка III (№ 5). Между ними выявлено местонахождение керамики (№ 13). По характеру артефактов памятники относятся к алакульской культуре [Там же].

Строение месторождения и отвалов древних горных выработок

Месторождение располагается в осевой части Главного Уральского разлома, к которому приурочены гипербазиты. Последние тектоническими деформациями превращены в блоковый меланж – мозаичное сочленение блоков, испытавших значительные перемещения, в результате чего оказались пространственно соединены разные гипербазиты, хромиты которых имеют различный состав.

Медное оруденение образует две рудоносные зоны: восточную и западную, приуроченные к телам тальк-карбонатных пород, обрамляющим массив гипербазитов (рис. 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 пирротинном, пиритом, халькопиритом с примесью хромита и минералов Co, Ni, As. Ниже развиты прожилково-вкрапленные разности. Вблизи поверхности сульфидные руды сменяются окисленными – малахит-азуритовыми и малахит-гетитовыми, – наиболее проявленными в тальк-карбонатных породах.

На месторождении известно восемь древних карьеров диаметром 20–80 м, глубиной до 20 м, из которых извлекалась окисленная медная руда [Зайков и др., 2009, с. 27–37]. Их положение показано на рис. 3, кроме карьера № 5, расположенного в южной части рудного поля, в 500 м к югу от поселения Ишкиновка.

По форме в плане карьеры подразделяются на «грушевидные» – отчетливо вытянутые – и более изометричные – почти круглые и овальные. Первые (№ 1, 6) – это линейные выработки длиной 40–80 м с преобладающей глубиной 6–7 м, пройденные по крутопадающим рудным телам. Вторые (№ 2–4, 7, 8) диаметром 15–100 м, глубиной 3–10 м разрабатывали пологозалегающие рудные тела. Кроме этого, отмечены две вертикальные выработки (№ 9, 10), в которых добывались сульфидные руды. Обогащение руд, судя по присутствию щебня малахитсодержащих пород, происходило на ровном участке (№ 11) в северной части рудного поля.

По форме в плане карьеры подразделяются на «грушевидные» – отчетливо вытянутые – и более изометричные – почти круглые и овальные. Первые (№ 1, 6) – это линейные выработки длиной 40–80 м с преобладающей глубиной 6–7 м, пройденные по крутопадающим рудным телам. Вторые (№ 2–4, 7, 8) диаметром 15–100 м, глубиной 3–10 м разрабатывали пологозалегающие рудные тела. Кроме этого, отмечены две вертикальные выработки (№ 9, 10), в которых добывались сульфидные руды. Обогащение руд, судя по присутствию щебня малахитсодержащих пород, происходило на ровном участке (№ 11) в северной части рудного поля.

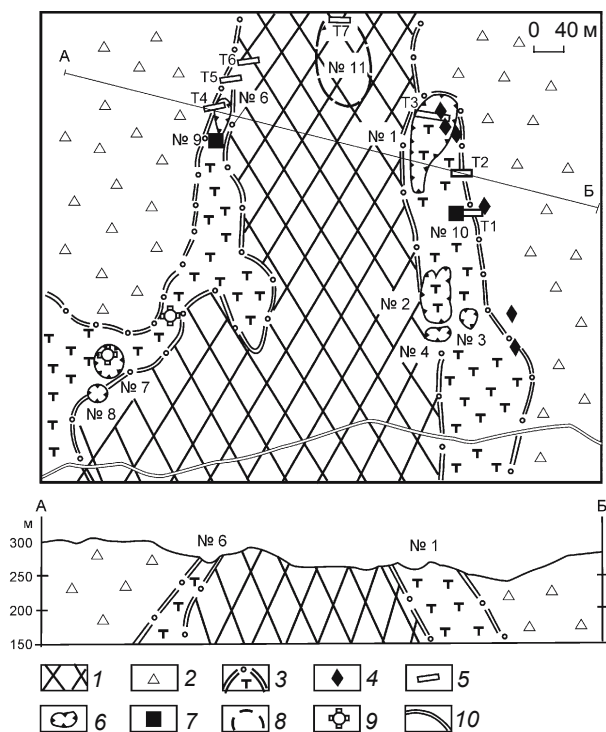


Рис. 3. Схема расположения древних карьеров, рудоносных зон и горных выработок на Ишкининском месторождении [Зайков и др., 2009, с. 34].

1 – гипербазиты; 2 – вулканомиктовые брекчии; 3 – контуры рудоносных зон с сопровождающими тальк-карбонатными породами; 4 – места отбора штуфных проб руды; 5 – экскаваторные траншеи, пройденные в 2001 г.; 6 – контуры древних карьеров; 7 – вертикальные древние выработки; 8 – предполагаемая обогатительная площадка; 9 – места нахождения единичных зерен золота; 10 – автомобильная дорога г. Гай – д. Ишкинино.



Рис. 4. Общий вид с севера Ишкининского карьера № 1, вскрытого траншеей, фото 2001 г.

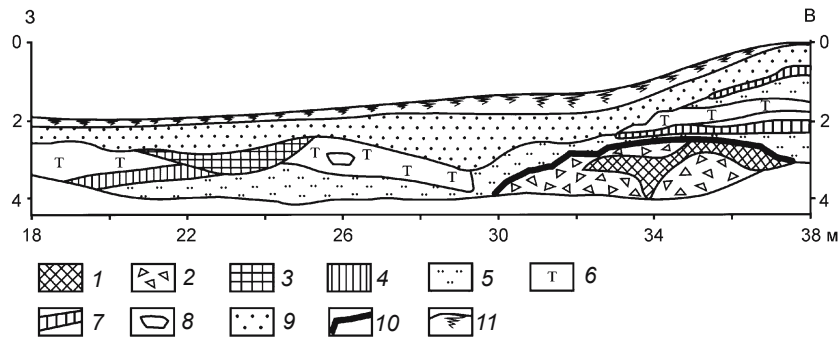


Рис. 5. Схема строения восточной части отвала карьера № 1 Ишкининского месторождения.

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 нахождения наковален; 9 – верхний горизонт: темно-коричневый суглинок с щебнем тальк-карбонатных пород; 10, 11 – почвы: 10 – погребенные, 11 – современный почвенно-растительный слой.

Наиболее крупный карьер № 1 (рис. 4) вытянут в меридиональном направлении согласно с ориентировкой восточной рудной зоны. Его длина 120 м, максимальная ширина ок. 40, глубина более 5 м. На днище зафиксированы три оплывших отвала, которые отсыпались друг на друга по мере отработки карьера в направлении с юга на север. Высота самого большого из них ок. 5 м.

Верхняя часть северного отвала вскрыта на глубину 4 м траншеей № 3. Отвал сложен дресвяно-щебнистым материалом, слои которого залегают кулисообразно (рис. 5). Разрез отвальных отложений включает три горизонта, различающиеся 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 2,0–2,5 м обнаружена линза, сложенная кусками медной руды азурит-малахитового состава, их размер до 15 см в поперечнике. Это 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. Линза перекрыта слоем древней погребенной почвы. В среднем горизонте на глубине 0,75–1,0 м в центральной части траншеи обнаружен еще один рудный склад (№ 2) в виде субгоризонтальной линзы длиной 4,5 и максимальной мощностью 0,75 м. Она снабжена щебнем гетита (бурого железняка) с вкраплениями, пленками и маломощными прожилками малахита. Содержание меди и мышьяка в руде в 2–3 раза ниже, чем в руде из склада № 1. 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, вытянут в меридиональном направлении согласно с ориентировкой рудной зоны. Карьер состоит из серии выработок, сопряженных друг с другом и разделенных отвалами. Общая длина ок. 60 м, наибольшая ширина до 25, современная глубина 2–3 м. Отвалы серповидной формы отсыпаны по северному и северо-западному борту карьера. Их современная высота 0,5–2,5 м, ширина подошвы в отдельных случаях достигает 20 м. Отвалы сложены дресвяно-щебнистым материалом, слои которого залегают кулисообразно. На поверхности отвала этого карьера обнаружен рудодробильный камень, использовавшийся в процессе предварительного сушкообогащения.

Согласно данным А.Д. Полуэктова [Зайков и др., 2009, с. 35], один из глубоких шурфов, пройденных в южной части карьера № 6, на глубине 20 м вскрыл древнюю выработку (№ 9). В этой шахте добывались сульфидные руды, а возможно, и золотоносные породы. Признаки золотого оруденения в виде зерен золота отмечены А.М. Юминовым [Юминов, Зайков, 2002] на южном фланге западной рудоносной зоны.

Вертикальная выработка (№ 10), также вскрывающая сульфидные руды, была обнаружена траншеей № 1. В западной части траншеи среди прожилково-вкрапленных сульфидных руд находится выемка глубиной более 4 м и шириной 1–4 м, засыпанная щебнем лимонитизированных пород с вторичными минералами меди.

Положение обогатительной площадки предварительно намечено в понижении между северными флангами западной и восточной зон, на участке размером 60×100 м (№ 11). Здесь встречены многочисленные мелкие обломки малахитсодержащих руд, не связанные с коренными породами. В пределах геологического

шурфа, заложенного в северной части производственной обогатительной площадки, обнаружен каменный молот с желобком для привязывания рукояти.

Возраст выработок

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что описанные древние выработки относятся к бронзовому веку. Об этом свидетельствуют найденные на их отвалах каменные молоты, рудодробильные камни и наковальни, идентичные обнаруженным на десятках других древних рудников в Уральско-Мугоджарском регионе [Ткачев, 2005; 2011а, рис. 4, 6]. Данный вывод подтверждается присутствием в материалах древнего поселения Ишкиновка обломков руды, металлургических шлаков, каменных терочных плит, пестов, молотов, заготовок горно-проходческих костяных клинцев.

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. В частности, калиброванные радиоуглеродные даты (вероятность 68,2 %), полученные в ИИМК РАН по погребенным почвам из-под отвалов трех карьеров (№ 6–8), позволили выделить достоверный интервал в пределах 3100–2400 лет до н.э. (58,8 %) (определения Г.И. Зайцевой, П.Ф. Кузнецова), что соответствует раннему бронзовому веку. Однако результаты радиоуглеродного датирования погребенных почв часто демонстрируют тенденцию к удревнению по сравнению с ^{14}C -датами, полученными по другим материалам. Эксплуатация карьеров могла возобновляться носителями алакульской культуры в позднем бронзовом веке. Абсолютный возраст определен по костям животных из культурного слоя поселения Ишкиновка – 1610–1210 лет до н.э. (вероятность 68,2 %). Он близок определениям, полученным для поселения Горного в Каргалинском археологическом микрорайоне, – 1700–1500 лет до н.э. [Черных и др., 2002, с. 125–128]. С этими данными хорошо согласуются результаты палинологических исследований, выполненных в лаборатории естественно-научных методов ИА РАН А.С. Алешинской, М.Д. Качановой и Е.А. Спиридоновой. В погребенных почвах изученных древних карьеров были выделены два палинологических комплекса, позволяющие отнести почвы к различным стадиям эпохи бронзы и отметить постепенные изменения климата от достаточно влажного в раннем бронзовом веке к более сухому в позднем. Примечательно, что в ходе геоархеологических изысканий также были зафиксированы два этапа формирования отвалов самого крупного карьера № 1 [Zaykov et al., 2005, p. 107].

Состав руд

На месторождении выявлены первичные сульфидные руды и их окисленные разновидности, в которых преобладают карбонаты меди. Главными минералами первичных сульфидных руд являются*: халькопирит – CuFeS_2 , пирротин – Fe_{1-x}S , пирит – FeS_2 , кобальтин – CoAsS , пентландит – $(\text{Fe, Ni})_9\text{S}_8$, арсенопирит – FeAsS , хромит – FeCr_2O_4 .

Сульфидные руды сложены массивными и прожилково-вкрапленными разновидностями [Зайков и др., 2009, с. 171–217]. Первые относятся к трем минеральным типам: пирит-пирротинному, халькопирит-пирит-пирротинному, кобальтин-халькопиритовому. В пирит-пирротинных рудах установлено содержание Cu 0,5–5,1 %, Co 0,01–0,05, Ni 0,2–0,4, As 0,1–4,7 %; для халькопирит-пирит-пирротинных характерна высокая концентрация меди – 6,4–10,0 %; в кобальтин-халькопиритовых рудах, в которых присутствует примесь арсенопирита, резко возрастает содержание мышьяка и кобальта – соответственно 8,1–9,3 и 0,1–0,7 %. Прожилково-вкрапленные разновидности имеют пирит-пентландит-пирротинный и халькопиритовый состав (содержание Cu 0,5–2,0 %, Co 0,01–0,12, Ni 0,2–0,5 %). Во всех разновидностях сульфидных руд зафиксированы октаэдрические кристаллы хромита (Cr – 0,1–0,5 %), что свидетельствует об их образовании по гипербазитовому субстрату. На это указывает и повышенное содержание никеля.

Главными минералами окисленных руд являются: малахит – $\text{Cu}_2(\text{OH})_2[\text{CO}_3]$, азурит – $\text{Cu}_3(\text{OH})_2[\text{CO}_3]_2$, куприт – Cu_2O , гетит – αFeOOH . К реликтовым минералам относится хромит. В окисленных рудах выделяются азурит-малахитовые и малахит-гетитовые разновидности. Первые отличаются повышенным содержанием меди (6–8 %), присутствует также мышьяк (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 %. 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.

Согласно выполненным нами расчетам, на Ишкининском руднике в древности было добыто ок. 30 тыс. т медной руды, из которой могло быть получено ок. 750 т меди.

*Здесь и далее формулы минералов приведены по монографии А.А. Годовикова [1983].

Состав шлаков и хромитов

Проведем сравнение состава хромитов из шлаков окисленных и сульфидных руд, рудовмещающих пород. Для этого по данным химического анализа выделены типы хромитов по основному параметру – содержанию Cr_2O_3 . Границы определены по гистограмме, составленной с шагом 0,5 %. В результате установлено, что хромиты образуют три группы с содержанием Cr_2O_3 47–50 %, 50–55 и 55–61 %. Шлаки из культурного слоя поселения Ишкиновка представлены обломками полураскристаллизованной стекловатой массы бурого цвета с медными корольками. В ней заключены образованные из расплава кристаллы пироксена, оливина, магнетита, а также обломки зерен хромитов, являющихся реликтами использованных руд. Зерна хромита гипидиоморфны или имеют округлую форму, а часть содержит расплавные включения силикатов размером несколько микрон.

Медные корольки имеют размеры от 10 мкм до 4 мм. Мелкие содержат 97 % меди и 2,4 % железа. Более крупные состоят из аналогичной железистой меди, сульфида меди и железа ($\text{Cu} - 64 \%$, $\text{Fe} - 12 \%$, $\text{S} - 23 \%$). Присутствуют также мелкие червеобраз-

ные выделения фосфида железа с примесью никеля ($\text{Fe} - 88 \%$, $\text{P} - 10 \%$, $\text{Ni} - 1,5 \%$). Периферия корольков образована тонкой (5–10 мкм) каймой сульфида меди ($\text{Cu} - 80 \%$, $\text{Fe} - 1,5 \%$, $\text{S} - 18,4 \%$).

В некоторых образцах выявлены включения оплавленных медных руд размером 0,1–2,0 мм. Основу их составляет медьсодержащее стекло двух различных составов: 1) $\text{Cu} - 47-53 \%$; 2) $\text{Cu} - 2,0 \%$, $\text{Cr} - 0,6 \%$, $\text{V}_2\text{O}_5 - 0,5 \%$. В последней разности присутствуют мельчайшие (несколько микрометров) выделения меди с примесью железа ($\text{Cu} - 99 \%$, $\text{Fe} - 1 \%$).

В шести образцах шлаков выявлены и исследованы 17 зерен хромитов. Зерна имеют размер 0,1–0,6 мм, их форма либо определяется гранями октаэдра, либо округлая и оскольчатая (рис. 6, 1). В шлаках хромиты распределены равномерно. Большинство зерен (№ 1, 2, 4, 8, 9, 11, 14–17) содержат Cr_2O_3 48,6–52,3 %, Al_2O_3 13,8–18,6 %, MgO 8,6–12,7 %, FeO 18,2–24,3 % (табл. 1). Треть зерен относится к типам II и III и имеет, соответственно, содержание Cr_2O_3 53–56 и 59–60 %.

Окисленные руды сложены концентрически-зональными агрегатами малахита (рис. 6, 2). Хромиты в них наблюдаются в виде одиночных кристаллов либо их сростков (рис. 6, 3). Вмещающей средой окис-

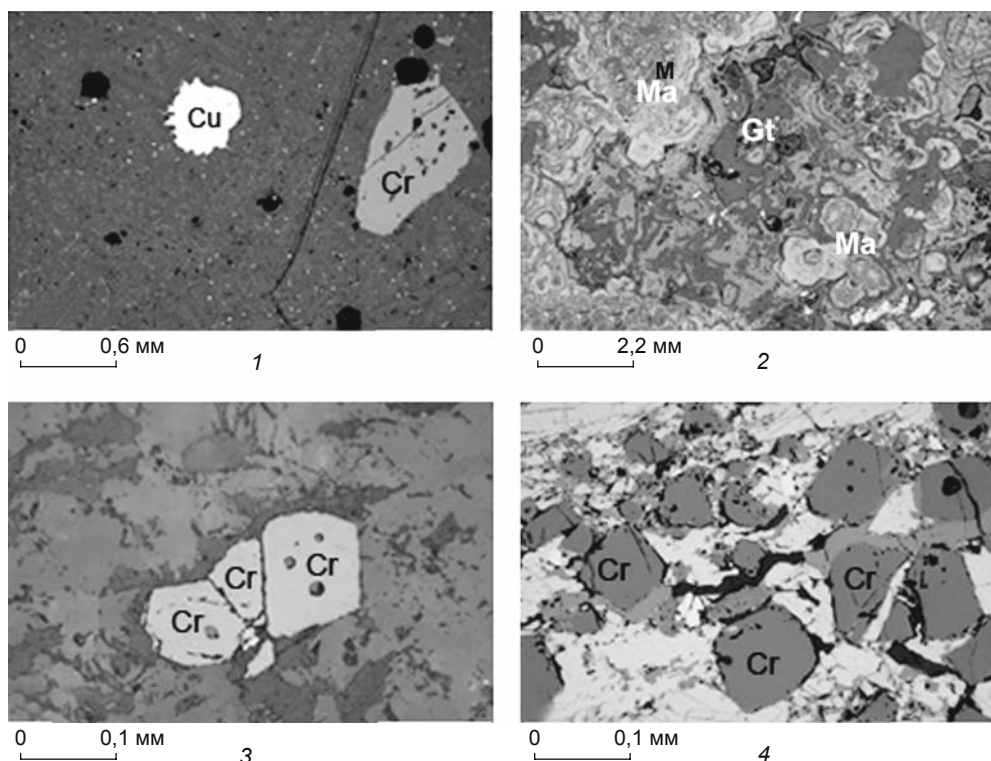


Рис. 6. Фотографии шлаков и руд Ишкининского археологического микрорайона (отраженный свет). 1 – шлак с включениями хромита (Cr) и королька меди (Cu), обр. Ish-1; 2 – малахит (Ma)-гетитовая (Gt) руда почковидной текстуры, обр. ТЗ-А; 3 – сросток кристаллов хромитов (Cr) в гетите; 4 – включения хромита (Cr) в массивной халькопирит-пирротиновой руде.

Таблица 1. Состав хромитов из шлаков Ишкининского археологического микрорайона

| Номер образца | Номер зерна | Кол-во анализов | Группа состава | Содержание, % | | | | | | |
|---------------|-------------|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------|------------------|--------|
| | | | | Cr ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | MgO | FeO | MnO | TiO ₂ | Сумма |
| Ish-1 | 1 | 4 | I | 49,39 | 18,55 | 12,26 | 19,69 | – | 0,09 | 99,97 |
| | 2 | 3 | I | 49,27 | 18,56 | 11,95 | 19,95 | – | 0,12 | 99,84 |
| | 3 | 1 | III | 57,13 | 9,27 | 8,38 | 24,97 | – | 0,18 | 99,94 |
| | 4 | 1 | II | 50,71 | 17,50 | 12,49 | 19,17 | – | 0,18 | 100,05 |
| | 5 | 5 | III | 60,42 | 9,00 | 10,92 | 19,50 | – | 0,08 | 99,92 |
| | 6 | 3 | III | 55,95 | 12,20 | 10,30 | 21,44 | – | 0,07 | 99,95 |
| Ish-A2-1 | 7 | 6 | III | 60,02 | 8,32 | 7,91 | 22,41 | 0,04 | 0,11 | 98,85 |
| Ish-A2-3-1 | 8 | 6 | II | 52,31 | 15,01 | 9,02 | 22,44 | 0,02 | 0,10 | 98,90 |
| | 9 | 6 | I | 49,25 | 19,43 | 12,70 | 17,24 | – | 0,17 | 98,78 |
| Ish-A2-3-2 | 10 | 6 | II | 53,30 | 16,50 | 11,31 | 18,24 | – | 0,07 | 99,43 |
| | 11 | 6 | II | 52,01 | 14,43 | 8,10 | 24,12 | 0,07 | 0,10 | 98,96 |
| Ish-A2-3-3 | 12 | 6 | III | 59,78 | 9,46 | 9,13 | 20,55 | 0,09 | 0,12 | 99,13 |
| | 13 | 6 | II | 53,78 | 15,50 | 12,09 | 17,58 | – | 0,08 | 99,03 |
| KV-1 | 14 | 6 | I | 48,64 | 16,98 | 10,24 | 22,37 | – | 0,30 | 98,52 |
| | 15 | 6 | I | 49,30 | 15,48 | 8,74 | 24,31 | – | 0,21 | 98,04 |
| | 16 | 5 | I | 49,35 | 15,37 | 8,64 | 25,44 | 0,05 | 0,20 | 99,07 |
| | 17 | 4 | I | 50,09 | 13,79 | 8,56 | 25,54 | 0,06 | 0,20 | 98,25 |

Примечания: 1) группы составов, определенные по гистограмме: I – 45–50 %, II – 50–55, III – 55–61 %; 2) анализы образца Ish-1 выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров), остальные – на микронзондовом анализаторе JEOL-733 (аналитик Е.И. Чурин); 3) материал из раскопок В.В. Ткачева.

ленных руд являются карбонатизированные и оталькованные породы. Для сульфидных руд характерно большее разнообразие морфологии хромитов, образующих одиночные кристаллы и скопления, которые пересекаются сульфидами (рис. 6, 4), что однозначно свидетельствует об унаследованности хромитов от гипербазитов и более позднем образовании сульфидных медных руд.

При сравнении хромитов из шлаков, малахитсодержащих руд и вмещающих последние тальк-карбонатных пород (табл. 1, 2) прежде всего обращает на себя внимание большое разнообразие их состава, охватывающего диапазон 44–61 % Cr₂O₃. В шлаках выделяются три группы: 47–50 %, 50–55 и 59–61 %. Это близко к хромитам из окисленных руд и вмещающих тальк-карбонатных пород. Сульфидные руды отличаются от окисленных узким интервалом концентрации Cr₂O₃ (49–52 %) в хромитах [Зайков и др., 2009, с. 244–248]. Причина разнообразия состава исследуемого минерала, видимо, заключается в том, что руды образовались в тектонической зоне Главного Уральского разлома, где в результате перемещений оказались совмещены блоки гипербазитов разного состава. В них содержался различный по составу хромит.

До настоящего времени на включения хромитов в древних шлаках не обращалось особого внимания, их описания известны по двум публикациям [Григорьев, Дунаев, Зайков, 2005; Zaykov et al., 2005, p. 111–113]. Имеется упоминание о присутствии хромитов в медных рудах из Кипра [Zwicker, 1990]. Следует ожидать выявления подобных включений в шлаках рудных районов, где использовалась медная руда типа ишкининской.

На Южном Урале гипербазиты с акцессорным хромитом распространены в виде отдельных тел и линейных групп массивов практически повсеместно восточнее Главного Уральского разлома. Включения хромитов обнаружены в шлаках с восьми поселений (см. рис. 1). Предварительные минералого-геохимические исследования показали, что хромиты в шлаках южной группы археологических памятников (от Ишкиновки до Аркаима) близки между собой. В шлаках северной группы поселений (Куйсак, Каменный Амбар, Устье) они отличаются повышенной концентрацией цинка (0,2–1,3 % ZnO) и присутствием разностей с содержанием Cr₂O₃ 38–42 %. Соответственно, эти памятники имели иной источник руд, для установления которого необходимо продолжить изучение хромитов из шлаков на всех поселениях,

**Таблица 2. Состав хромитов из окисленных медных руд
и рудовмещающих тальк-карбонатных пород Ишкининского археологического микрорайона**

| Номер образца | Номер зерна | Кол-во анализов | Группа состава | Содержание, % | | | | | | | |
|---|-------------|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------|------------------|-------------------------------|--------|
| | | | | Cr ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | MgO | ΣFeO | MnO | TiO ₂ | V ₂ O ₅ | Сумма |
| <i>Азурит-малахитовые руды</i> | | | | | | | | | | | |
| 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 |
| ТЗа | 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 |
| <i>Малахит-гетитовые руды</i> | | | | | | | | | | | |
| 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 |
| ТЗ-3-4 | 15 | 3 | I | 51,79 | 12,49 | 8,20 | 26,24 | 0,75 | 0,50 | – | 99,97 |
| ТЗ-3-5 | 16 | 6 | I | 47,75 | 14,6 | 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 |
| <i>Рудовмещающие тальк-карбонатные породы</i> | | | | | | | | | | | |
| 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 |

Примечания: 1) анализы образцов ТЗ-2-1, ТЗ-3-1, ТЗ-3-2, ТЗ-3-3, ТЗ-3-4, ТЗ-3-3-5 выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе РЭММА 202М, остальные – на микрозондовом анализаторе JEOL-733; 2) коллекция А.М. Юминова.

где они обнаружены, и в рудах древних рудников с применением современной микрозондовой и рентгеновской аппаратуры.

Выводы

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

Предварительные данные свидетельствуют о добыче руд в раннем (3100–2400 лет до н.э.) и позднем (1610–1210 лет до н.э.) бронзовом веке.

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

3. Сопоставление состава хромитов из руд и шлаков выявило их идентичность, что однозначно указывает на использование палеометаллургами руд Ишкининского месторождения.

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

5. Определены геохимические и минералогические критерии использования медных руд, приуроченных к гипербазитам, что актуально для установления минерально-сырьевой базы древних обществ.

6. Важной задачей дальнейших исследований становится выявление хромитсодержащих шлаков на памятниках региона и анализ хромитов для определения конкретных источников медных руд для различных поселений.

Список литературы

- Большая советская энциклопедия.** – М.: Сов. энцикл., 1978. – Т. 28. – 620 с.
- Геологический словарь.** – М.: Недра, 1973. – Т. 2. – 456 с.
- Годовиков А.А.** Минералогия. – М.: Недра, 1983. – 645 с.
- Григорьев С.А., Дунаев А.Ю., Зайков В.В.** Хромшпинелиды как индикатор источника медных руд для древней металлургии // Докл. РАН. – 2005. – Т. 400, № 2. – С. 228–232.
- Зайков В.В., Мелекесцева И.Ю., Артемьев Д.А., Юминов А.М., Симонов В. А., Дунаев А.Ю.** Геология и колчеданное оруденение южного фланга Главного Уральско-го разлома. – Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН, 2009. – 375 с.
- Зданович Г.Б., Батанина И.М.** Аркаим – страна городов. – Челябинск: Крокус, 2007. – 260 с.
- Синюк А.Т.** Археологический микрорайон: концепции и методологический аспект // Археологическое изучение микрорайонов: итоги и перспективы: тез. докл. науч. конф. – Воронеж, 1990. – С. 5–8.
- Ткачев В.В.** Периодизация и хронология памятников эпохи бронзы Ишкининского археологического микрорайона в Восточном Оренбуржье // Вопросы истории и археологии Западного Казахстана. – Уральск, 2005. – Вып. 4. – С. 182–198.
- Ткачев В.В.** Уральско-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы // РА. – 2011а. – № 2. – С. 43–55.
- Ткачев В.В.** Ишкининский археологический микрорайон эпохи бронзы: структура, периодизация, хронология // КСИА. – 2011б. – Вып. 225. – С. 220–230.
- Ткачев В.В., Сегедин Р.А., Грешнер С.Г.** Подъемный материал из поселений и рудников бронзового века в Мугоджарах // Вопросы археологии Западного Казахстана. – Самара: Самар. гос. ун-т, 1996. – Вып. 1. – С. 83–108.
- Черных Е.Н.** Каргалы. – М.: Языки славянской культуры, 2007. – Т. 5: Каргалы: феномен и парадоксы развития. – 200 с.
- Черных Е.Н., Лебедева Ю.М., Журбин И.В., Лопес-Саец Х.А., Лопес-Гарсия П., Мартинес-Наваррете М.И.Н.** Каргалы. – М.: Языки славянской культуры, 2002. – Т. 2. – 184 с.
- Юминов А.М., Зайков В. В.** Горные разработки в бронзовом веке на Ишкининском медном руднике (Ю. Урал) // Уральский минералогический сборник. – Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН, 2002. – № 12. – С. 98–110.
- Юминов В.В., Зайков В.В., Таиров В.В., Гуляев В.В., Хворов П.В.** Рентгенофлуоресцентный и микронзондовый анализ древних золотых изделий // Роль естественно-научных знаний в археологических исследованиях. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2009. – С. 102–106.
- Zaykov V.V., Yuminov A.M., Dunaev A.Y., Zdanovich G.B., Grigoriev S.A.** Geologo-mineralogical studies of ancient copper mines in the southern Urals // Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia. – 2005. – Vol. 4 (24). – P. 101–114.
- Zwicker U.** Archaeometallurgical investigation on the Copper- and Copper-Alloy-Production in the Area of the Mediterranean Sea (7000–1000 B.C.) // Bull. of the Metals Museum. – 1990. – Vol. 15. – P. 3–32.

*Материал поступил в редколлегию 14.02.11 г.,
в окончательном варианте – 16.06.11 г.*