

В.В. Зайков^{1,2}, **А.М. Юминов**^{2,1}, **Г.Б. Зданович**³, **В.В. Носкевич**⁴

¹ – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс,
zaykov@mineralogy.ru,*

² – *Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе*

³ – *Челябинский государственный университет, г. Челябинск*

⁴ – *Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург*

Древние медные рудники в гипербазитах Урала (на примере рудника Воровская Яма)

Среди месторождений, использовавшихся в Уральском регионе в бронзовом веке, важную роль играют меднорудные залежи в гипербазитах. Это глубинные породы ультраосновного состава, проникшие в поверхностные горизонты по глубинным разломам из мантии Земли. Рудники в этой позиции располагаются в пределах Мугоджарского и Зауральского горно-металлургических центров [Юминов и др., 2013]. Наиболее изученными среди них являются рудник Ишкининский и Воровская Яма. На этих археологических памятниках установлены древние карьеры, следы пробных плавок меди в виде хромитсодержащих шлаков. Присутствие шлаков с включениями кристаллов хромита является характерным признаком подобных месторождений [Григорьев, 2000].

Древний рудник Воровская Яма. Древний рудник располагается на междуречье Зингейка-Куйсак, в 50 км к западу от поселения Каменный Амбар, близ пос. Зингейский. Здесь местным жителям давно была известна округлая котловина на южном склоне холмистой гряды, которая получила название «Воровская яма». Она

использовалась для укрытия украденного скота. При осмотре этого участка было установлено, что котловина является древним рудником по добыче меди из гранатосодержащих метасоматитов [Зайков и др., 1995]. Полевые работы заключались в составлении геологической карты района рудника, разбивке опорной сети, отборе геохимических проб из подпочвенного слоя и проб коренных пород и руд. Были пройдены каналы, вскрывшие отвалы и рудное тело, отобраны пробы на минералогические и геохимические исследования. В 2012 г. В.В. Носкевичем выполнены геофизические исследования методом георадарной съемки, что позволило уточнить конфигурацию карьера и мощность наносов.

Строение рудника. В геологическом отношении рудник приурочен к северному ограничению крупного аллохтона, сложенного офиолитами. Строение подошвы аллохтона чешуйчатое. Пластины серпентинитов мощностью от 10 до 200 м чередуются с пластинами вулканогенно-осадочных пород. Среди последних преобладают базальты и серые, темно-серые силициты. Отмечены также тела желтовато-серых кварцитов и красных гематит-кварцевых пород. Они установлены западнее карьера среди андезибазальтов. Преобладают разности однородной и брекчиевой текстур.

Древняя выработка имеет округлую форму, диаметр 30–40 м и глубину 3–5 м (рис. 1, 2). Днище плоское, слегка заболоченное. Склоны покрыты степной растительностью с отдельными развалами и высыпками руд и горных пород, имеют крутизну 10–20°. Котловина с северной и юго-западной части окружена достаточно отчетливыми задернованными отвалами шириной от 5 до 15 м, высотой 0.8–1.2 м.

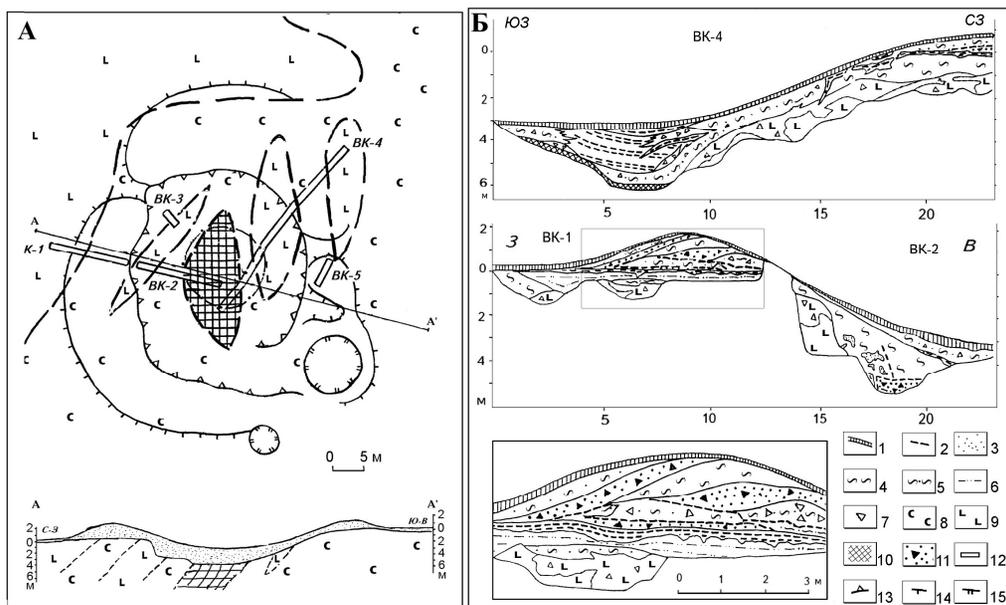


Рис. 1. Схема геологического строения (А) и геологические разрезы рудника «Воровская яма» (Б) (составили В.В. Зайков, А.М. Юминов).

1 – современный почвенно-растительный слой, 2 – прослои погребенных почв, 3 – наносы, 4 – глины, 5 – суглинки, 6 – супесь, 7 – дресва и щебень, 8 – серпентиниты, 9 – базальты, 10 – родингиты с примазками медных руд, 11 – щебень родингитов, 12 – каналы, 13 – контуры карьера, 14 – контуры отвалов, 15 – контуры жилищных ям.

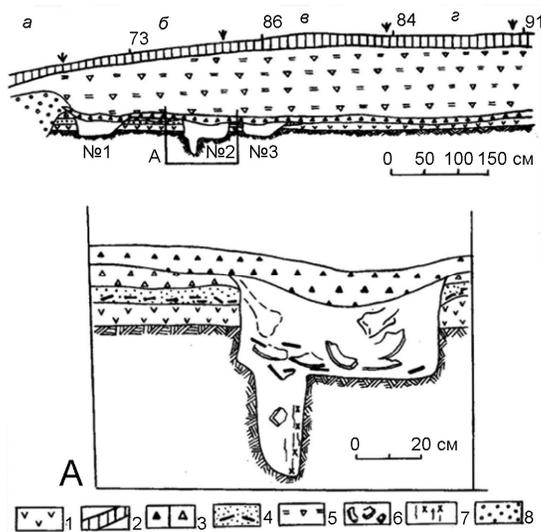


Рис. 2. Схема строения северо-восточного участка траншеи ВК-4 (составил Г.Б. Здановича).

1 – погребенная почва (темно-серый гумусированный суглинок), 2 – современный дерновый слой, 3 – отработанная порода (нонтронитовые глины с обломками родингитов), 4 – культурный слой (темно-серый золистый грунт с обломками костей домашних животных), 5 – отработанная порода (суглинок зеленовато-серый с обломками базальтов), 6 – развалы сосудов и фрагменты керамики, 7 – заполнение ямок и углублений (серый гумусированный суглинок с вкраплениями древесного угля), 8 – темный суглинок с обломками серпентинитов.

Карьер окружен прерывистым отвалом шириной 5–15 м и высотой 0.8–1.5 м. Наиболее полный разрез состоит из трех горизонтов, разделенных слоями погребенных почв. Нижний горизонт мощностью 5–10 см сложен зеленовато-желтыми нонтронитовыми глинами с малахитовой дресвой. Средний слой имеет линзовидную форму, мощность 70 см и состоит из песчано-глинистой массы, обогащенной дресвой и плитчатыми обломками базальтов и серпентинитов, а также обломками родингитов, пропитанных малахитом. Верхний горизонт состоит из нескольких эшелонированных тел различного цвета и состава. В слоях, обогащенных нонтронитовой глиной, имеются фрагменты медных руд. В тяжелой фракции содержатся зерна магнетита, граната, хромшпинелидов, гематита, амфибола.

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 (рис. 3), можно предположить, что основные этапы функционирования рудника связаны со временем средней и поздней бронзы.

В днище карьера обнажаются рудоносные гранатосодержащие метасоматиты (родингиты?) в виде линзы мощностью до 8 м, длиной 25 м. Реконструированное рудное тело имеет следующее строение (сверху вниз):

- 1) зона раздробленных окисленных руд в коре выветривания – род «шапки» над телом родингитов, мощность 1–3 м;
- 2) зона дезинтегрированных окисленных руд (элювиальная часть рудного тела), мощностью 2–4 м;
- 3) зона окисленной медной руды родингитовой линзы, предполагаемой мощностью 3–5 м;
- 4) зона первичных руд – сульфидная минерализация в родингитах.

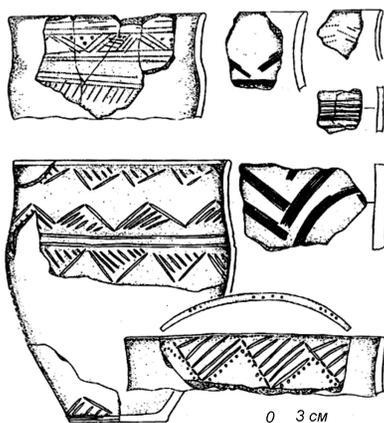


Рис. 3. Фрагменты керамики с рудника Воровская Яма (рисунок Г.Б. Здановича).

Рудовмещающие горные породы, к которым приурочены медные руды, представлены серпентинитами, тальк-карбонатными и хлорит-эпидотовыми образованиями. Контакт существенно тальковых и эпидотовых пород имеет северо-восточную ориентировку. Породы северо-западного борта котловины сложены серпентинитами со значительной примесью магнезиальных карбонатов и магнетита. Часто присутствуют мелко-чешуйчатые выделения розовато-серого

талька в виде корок и небольших прожилков. Магнетит выделяется в виде зерен неправильной формы или их сростков, значительно реже образует мелкие кристаллы октаэдрической формы. Из аксессуарных минералов отмечено присутствие хромита, брусита, актинолита, кварца, талька, а также вторичных медных минералов – малахита, азурита, хризоколлы. Тальк-карбонатные породы имеют желтовато-серый, бледно-зеленый цвет. Мелкие черные пятна образованы скоплениями зерен магнетита. Местами образцы покрыты серовато-белой смесью листоватых агрегатов талька и коротковолокнистыми агрегатами серпентина.

Рудная зона линзовидной формы мощностью в раздуде 8 м и длиной 25 м вскрыта в центре карьера двумя траншеями. Она сложена пироксен-гранатовыми породами типа родингитов или скарнов. Текстура пород массивная, структура мелко- и среднекристаллическая. Отдельные участки сложены кристаллами граната поперечником 1–3 см, содержащими жилки и пластинчатые выделения халькопирита и сфалерита. По результатам микрозондового анализа установлено, что гранат представлен андрадитом $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ и содержит (мас. %): SiO_2 – 32.8; CaO – 33.1; FeO – 32.0.

Медное оруденение представлено комплексом вторичных минералов зоны гипергенеза. Вторичные минералы меди, в основном, сгруппированы на поверхности обломков в виде натеков, тонких корок и пленок, небольших скоплений землистых масс. Значительно реже они развиты по мелким прожилкам и трещинам совместно с доминирующими черными гидроксидами железа.

Наибольшее распространение имеет малахит, дающий рыхлые землистые массы зеленовато-коричневого цвета, а также небольшие зонально-концентрические, радиально-лучистые, иногда почковидные агрегаты до 2–3 мм в диаметре. Выделения азурита редки, он обнаружен в виде мелких зерен в тесном сростании с малахитом в зернистых массах. В шлиховом материале шурфов обнаружены единичные зерна куприта темно-красного цвета, иногда с развитым по нему корродирующим зеленым минералом.

По данным атомно-адсорбционного анализа, родингиты Воровской Ямы имеют содержания (г/т): Au 0.2–0.5 и Ag 5–19.

На древнем руднике происходила разработка зон № 1, № 2 и, частично, № 3 (рис.3). Замеры зон и произведенные расчеты, показывают, что из добытой руды

(приблизительно 4700 т) при содержании меди 3 % и коэффициенте извлечения 10 %, могло быть получено приблизительно 70 т меди [Горная..., 1989].

С помощью рентгенофлуоресцентного анализа проведено сравнение состава окисленных медных руд, отобранных на карьере Воровская Яма, и руд, найденных на территории поселения Каменный Амбар. Наиболее информативными для сравнения являются высокие содержания никеля и кобальта в составе руд из этих объектов. Присутствие данных элементов говорит о приуроченности медного оруденения к гипербазитам.

Металлургические шлаки. В ходе работ 2012 г. на объекте впервые были обнаружены металлургические шлаки. Они имеют черный цвет, пористые, зачастую покрыты примазками малахита ярко-зеленого цвета, содержат большое количество корольков меди. Шлаки обладают магнитными свойствами, хорошо раскристаллизованы. Исследование шлаков показало их сходство с образцами из поселения Каменный Амбар. Шлаки с этих объектов имеют неравномернозернистую структуру, характеризуются оскольчатой, метельчатой текстурой. Наибольший интерес для подробного изучения представляют собой зерна хромитов. Хромиты из шлаков с поселения и карьера сходны между собой. Они имеют идиоморфный (с октаэдрическими гранями) или гипидиоморфный облик. Зачастую по ним наблюдается развитие тонких магнетитовых кайм. Каймы могут развиваться как равномерно по всей периферии зерна, так и более интенсивно на какой-то его части. Довольно часто магнетит развивается не сплошной каймой, а образует обрастание зерна хромита мельчайшими идиоморфными кристалликами. Расплавные включения в шлаках представлены большим количеством мелких корольков меди, зачастую окисленными по краям или полностью. Иногда наблюдается эффект концентрирования мелких капелек меди вокруг более крупных зерен хромитов.

На основании изучения состава хромитов из шлаков, руд, хромитовых и медных месторождений Южного Урала установлено, что одним из вероятных источников сырья для металлургов археологического микрорайона Каменный Амбар являлись руды месторождения Воровская яма. Индикаторным показателем являются повышенные количества оксида цинка в хромитах шлаков и медных руд (0.2–1.3 %).

Исследования выполнены в рамках Госзадания Минобрнауки РФ №33.2644. 2014 К

Литература

- Горная энциклопедия. Т. 4. М.: Сов. энцикл., 1989. 550 с. (ред. *Е.А. Козловский*).
- Григорьев С. А.* Металлургическое производство на Южном Урале в эпоху средней бронзы / Древняя история Южного Зауралья // (ред. Мосин В. М., Григорьев С. А.) Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. С. 443–524.
- Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М.* Медный рудник бронзового века «Воровская яма» на Южном Урале // Россия и Восток: проблемы взаимодействия. Материалы конференции. Челябинск: ЧГУ, 1995. С. 157–162.
- Юминов А.М., Зайков В.В., Коробков В.Ф., Ткачев В.В.* Добыча медных руд в бронзовом веке в Мугоджарах // Археология, этнография и антропология Евразии. № 3 (55). 2013. С. 87–96.