

нообрабатываемого сульфидного сырья (халькопирит), расположенного в труднодоступном высокогорье (более 2000 метров над уровнем моря)? Как было организовано производство и жизнеобеспечение древних горняков и металлургов?

В заключении хотелось бы отметить, что памятник Владимировка является в своем роде уникальным объектом, поэтому требует дальнейшего изучения с применением археологических раскопок. Это даст существенную информацию для решения культурной и хронологической атрибуции находок, а также позволит реконструировать одну из малоизученных сфер деятельности древнего населения Сибири и ответить на поставленные вопросы.

*Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки РФ № 2013-220-04-129.*

### Литература

*Баженов А.И.* Об археологических находках в Теректинском хребте // Археологические исследования на Алтае. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1987. С. 125–128.

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Древнейшие в Сибири горные выработки на медь // Александр Гумбольдт и российская география. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1999. С. 190–192.

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Датировка древнейших чудских копей // 300 лет горно-геологической службе России: история горно-рудного дела, геологическое строение и полезные ископаемые Алтая. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. С. 28–33.

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Владимировка на Алтае – древнейший медный рудник Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. 108 с.

*Кирюшин Ю.Ф., Кунгуров А.Л., Тишкин А.А.* Коллекция древних орудий горнорудного дела с Алтая // Труды музея археологии и этнографии Сибири им. В.М. Флоринского Томского государственного университета. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. Т. 1. С. 21–38.

*Кызласов Л.Р.* Древнейшие орудия горного дела на Алтае // Новое в советской археологии. М.: Наука, 1965. С. 165–168.

**С.А. Григорьев**

*Институт истории и археологии УрО РАН,  
г. Екатеринбург, stgrig@mail.ru*

### Срубная и алакульская металлургия эпохи бронзы степной зоны

В начале позднего бронзового века (ПБВ) в степной зоне и на юге лесостепи по обе стороны Урала формируются срубная и алакульская культуры. Их типологическая близость была обусловлена не только сходством занимаемых ландшафтов и хозяйственного типа, но и едиными синташтинскими корнями, из которых эти культурные образования вырастали.

В синташтинско-абашевское время мы видим наличие производства в ограниченных регионах Зауралья и Приуралья, использование руд из ультраосновных пород и легирование металла мышьяком на стадии плавки руды [Григорьев, 2000]. Можно предполагать распространение металла за пределы этих ареалов в родственной среде, но массивованных товарных поставок явно не существовало.

В начале ПБВ ситуация резко меняется. Происходит переход на легирование оловом, и формируются его поставки через огромные пространства Евразии. Широко распространяется и технология плавки руды. Включенность огромных регионов в торговлю металлом позволяет предполагать, что торговля осуществлялась не только оловом, но также бронзой и медью. Появляются ареалы, за которыми закрепляется репутация центров, снабжающих металлом обширные территории. В первую очередь, речь идет именно о степных районах, Каргалах в Оренбуржье и Джекказгане в Центральном Казахстане.

Особенностью производств этого времени становится то, что происходит переход с плавки руд из ультраосновных пород к рудам в кислых породах из кварцевых жил и песчаников. Это отчетливо проявляется в соотношении кислотных и основных окислов в шлаке и коэффициентах основности шлака. В синташтинское время среднее значение этого коэффициента составляет 1.4, а на Каргалинских рудниках Оренбуржья – 0.5, то есть этот шлак более кислый. При этом мы нигде не фиксируем попыток изменить ситуацию путем добавок железосодержащих флюсов. В тех случаях, когда оксиды железа попадали в шихту, их источником была рудовмещающая порода. Это приводило к тому, что вязкость шлака, по сравнению с периодом СБВ, резко повышается, в среднем, от 3.25 Pa·s на синташтинских памятниках до 13.3 Pa·s на срубных памятниках Оренбуржья. Соответственно, чтобы отделить металл от шлака, в условиях традиции плавки окисленных руд и отсутствия традиции флюсования, было необходимо снижать вязкость и повышать температуру, интенсифицировав дутье.

В этом случае увеличивается количество кислорода, что ведет к окислению расплава и высоким потерям меди в виде куприта. Подобный шлак (IV минералогическая группа) весьма типичен для Джекказгана, Оренбуржского Зауралья и Приуралья.

В тех случаях, когда в плавку попадали сульфиды, сера, выгорая, связывала часть кислорода, создавая менее окисленную атмосферу, в результате чего появляются менее окисленные шлаки (II минералогическая группа). Но существует еще два

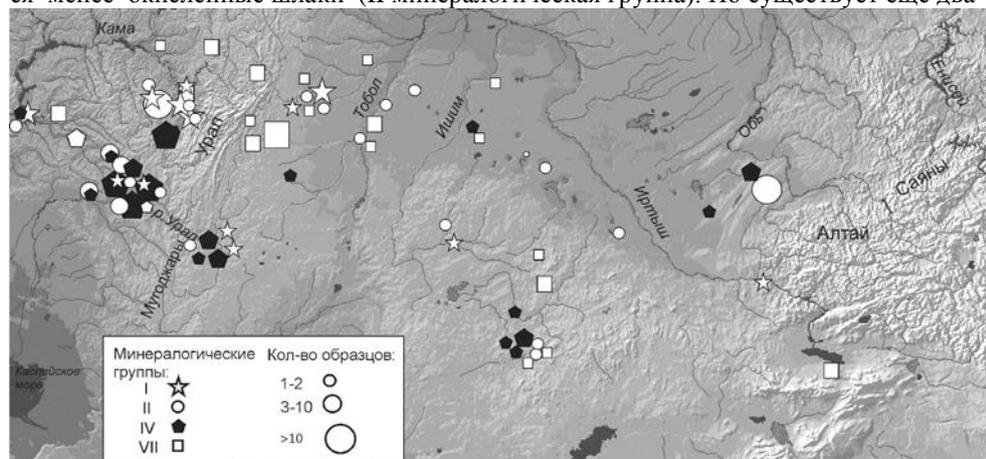


Рис. Распределение минералогических групп шлака эпохи позднего бронзового века.

фактора, влияющих на атмосферу в печи: это конструкция печи и количество и качество топлива. Первый фактор не всегда можно определить, во многих районах информация о конструкции печей отсутствует. Но второй фактор был наиболее значимым именно в степных районах. Если посмотреть на карту распределения минералогических групп от Приуралья до Алтая, то так оно и есть: купритизированные шлаки IV минералогической группы доминируют именно в степи (рис.). Отчасти это объясняется тем, что в лесостепи больше проявляют себя федоровско-межовские металлургические традиции, с более активным использованием сульфидных руд, но это относится и к срубно-алакульским памятникам, на которых в лесостепи купритизированные шлаки встречаются несопоставимо реже.

Поэтому, не исключено, что это является не культурно-технологическим, а регионально-ландшафтным признаком. То есть большее количество купритизированного шлака в степи отчасти обусловлено дефицитом древесного угля.

Открытия крупных древних рудников всегда побуждали к обсуждению вопроса об их исключительном месте в снабжении металлом огромных регионов Евразии. Так было с Таш-Казганом, Каргалами, Кенказганом. Выводы по Центральному Казахстану базировались на беспрецедентно огромных объемах древних карьеров [Маргулан, 2001]. Однако действительный возраст всех этих карьеров не известен. Они могли эксплуатироваться продолжительное время, в разные эпохи. Аналогичная ситуация на Каргалинских рудниках. Огромное количество старых шахт породило впечатление масштабной добычи в древности, и постулировалось, что значительная часть меди, циркулировавшая в Восточной Европе в эпоху бронзы, была произведена именно здесь [Черных, 1997]. В действительности, аналитических данных, подтверждающих этот вывод, нет. Подавляющее большинство видимых на поверхности шахт относится к русскому времени. Более того, даже шлаки поселений Оренбуржья химически и минералогически отличаются от шлаков из районов Каргалинских рудников. То же касается и поселений Приуралья и Поволжья [Григорьев, 2013].

Причины этого достаточно очевидны. Каргалинская руда отличается более кислым составом, кроме того, в ней содержится мало сульфидов. Плавка такой руды вела к очень высоким потерям металла в шлаке, что действительно имело место. Потери меди на Каргалах составляли 0–46 % [Rovira, 1999]. Наши исследования шлака оренбургских и казахстанских поселений показали идентичную картину. Компенсировать это можно было лишь значительными загрузками древесного угля. Поэтому везти эту руду за пределы ареала не имело смысла. Но и внутри ареала создавать восстановительную атмосферу было трудно.

Расчеты показывают, что постулируемый объем производства меди был недостижим в силу отсутствия дерева для производства древесного угля [Garcia, 2000]. Предположения о вывозе руды в иные районы тоже не обоснованы. Более подробно эти вопросы мы уже обсуждали [Григорьев, 2013]. Поэтому существование в степных районах каких-то крупных металлургических центров, функционировавших продолжительное время в больших объемах, практически, невероятно, если вблизи нет надежных источников топлива. Более приемлема модель функционирования множества действующих производственных центров, потребляющих местные топливные ресурсы, затухающих вследствие уничтожения леса и возрождавшихся вновь после его восстановления. Это зависело уже от конкретных местных условий.

Однако, имеющиеся аналитические данные по огромным потерям меди в шлаке (7–50 %) делают проблематичными добычу вообще. Содержание меди в чистом малахите составляет 5 %. Но, компоненты малахита (кроме меди) в шлак обычно не

переходят. Они возгораются. А мы анализировали именно шлак. Соответственно, из-за примесей горных пород содержание меди в руде было ниже, но мы можем лишь предполагать реальное содержание. Оно могло колебаться от 10 до 50 %. На Джекзгане на археологических памятниках есть находки руды с содержанием меди 8–10 % [Маргулан, 2001]. Есть находки и более бедной руды, но не исключено, что именно поэтому она не была использована.

В случае, если руда содержала 10 % меди, то есть, около 20 % малахита и 80 % породы, если вся медь останется в шлаке, ее содержание в нем будет составлять 9 %. Но, если использован чистый малахит с небольшой примесью породы, например, около 10 %, то мы получим иное соотношение: 45 долей меди на 10 долей породы. Соответственно, при фиксации в шлаке 50 % меди, это означает, что лишь 10 долей меди осталось в нем, а 35 долей было выплавлено. То есть, реальные потери составляют лишь 4.5 %. Поэтому оценить объемы и реальность подобных плавок невозможно. Однако очевидно, что вряд ли следует ожидать, что в степной зоне на таких крупных рудниках как Каргалы или Кенказган добывали исключительно гнезда чистого малахита. Поэтому модель рассеянного производства по многим горным и плавленным центрам представляется более оправданной.

#### Литература

- Григорьев С.А.* Металлургическое производство на Южном Урале в эпоху средней бронзы // Древняя история Южного Зауралья, 2000. Челябинск: Рифей. С. 444–531.
- Григорьев С. А.* Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с. (<https://islandvera.academia.edu/StanslavGrigoriev>).
- Маргулан А.Х.* Сочинения: В 14 т. Т. 2. Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джекзган – древний и средневековый металлургический центр (городище Милыкудук) / Сост. Д.А. Маргулан. Алматы: Дайк-Пресс. 2001. 144 с.
- Черных Е.Н.* Каргалы. Забытый мир. 1997. М.: Nox. 177 с.
- Черных Е.Н.* Древнейшее горно-металлургическое производство на границе Европы и Азии: Каргалинский центр // Археология, этнография и антропология Евразии 3 (11), 2002. С. 88–106.
- García J.M.V., Alcalde A.L.R., Sáez J.A.L., Morencos I.Z., García P.L., Navarrete M.I.M.,* 2000. Catástrofes ecológicas la estepa? Arqueología del paisaje en el compejo minero-metalúrgico de Kargaly (region de Orenburg, Rusia) // Trabajos de Prehistoria, 57, 2000. № 1. P. 29–74.
- Rovira S.* Una propuesta metodológica para el estudio de la metalurgia prehistórica: el caso de Gorny en la region de Kargaly (Orenburg, Rusia) // Trabajos de prehistoria 56, 1999. N. 2. P. 85–113.

*М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, В.В. Зайков<sup>1</sup>, И.М. Бахшиев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, [ankushev\\_maksim@mail.ru](mailto:ankushev_maksim@mail.ru)*

<sup>2</sup> – *Институт этнологических исследований УНЦ РАН, г. Уфа*

#### **Микровключения хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар (Башкортостан)**