

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Вопросы археологии Урала. Вып.18. Свердловск, 1986. С. 63–79.

*Бельтикова Г.В.* Среда формирования и памятники Зауральского (Иткульского) очага металлургии // Археология Урала и Западной Сибири. Екатеринбург, 2005. С. 162–186.

*Грабежьев А.И.* Скарны Гумешевского скарново-медно-порфирового месторождения (Средний Урал) // Петрология. 2004. № 2. С. 176–190.

*Семенов В.Б.* Малахит. Т. 2. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1987. 160 с.

*Zaykov V., Yuminov A., Ankushev M., Epimakhov A.* Slags, ores and bronze from Kamenny Ambar archaeology microdistrict: source of ores from ancient metallurgy. In Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlement in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: BergbauMuseum, 2013. P. 187–202.

**С.В. Снопков**

*ИрЦДОД «Центр развития дополнительного образования детей»,  
Иркутский государственный университет, г. Иркутск  
snopkov\_serg@mail.ru*

### **Поиск и изучение памятников древней металлургии и рудопроявлений железа методами геофизической разведки (на примере археологических и геологических объектов Прибайкалья)**

Технологии получения и обработки железа являются одними из важнейших факторов развития человечества. При этом вопрос о масштабах и технологии получения железа древними жителями Прибайкалья является одним из интереснейших, но в то же время малоизученных вопросов древней истории. Во всем мире с древнейших времен железо получали с помощью железвосстановительного сыродутного горна. Существовало два типа сыродутных горнов - ямные и наземные, конструкции которых могут значительно отличаться.

Комплексные исследования металлургических (железвосстановительных) центров Прибайкалья были начаты в 1997 г. под руководством профессора ИрННТУ, доктора исторических наук А.В. Харинского. Участниками данного научного проекта стали студенты ИрННТУ и ИГУ, школьники образовательных учреждений Иркутской области, специалисты научных учреждений городов Иркутска, Москвы, Новосибирска, Саппоро (Япония). За время работы следы металлургической деятельности были обнаружены во многих местах Прибайкалья: на острове Ольхон и в Приольхонье, Тункинской долине (среднее течение реки Иркут), в Кудинской долине (река Куда – правый приток Ангары), и других местах Приангарья. Проведенные исследования позволили впервые получить представление о технологии получения железа в Прибайкалье [Снопков и др., 2005; 2012; Харинский и др., 2004]

Сравнение технологий железодельного производства позволило выявить несколько типов сыродутных горнов, используемых древними металлургами При-

байкаля. Наиболее высокая концентрация следов железоделательной деятельности обнаружена на западном побережье Малого море (пролив Байкала, Приольхонье). Здесь на участке побережья Байкала протяженностью около 40 км обнаружено более сотни мест, где в древности происходило получение и обработка железа. По результатам комплексных геолого-археологических исследований было установлено, что использовалось несколько типов железвосстановительных горнов.

Наиболее древними (по результатам радиоуглеродного датирования) являются ямные горны, рабочие камеры которых сооружались в грунте на краю искусственной предгорновой ямы. Рабочие камеры этих горнов имеют уникальную (подобной не обнаружено нигде в мире) воронкообразную форму. Камера напоминает перевернутую наклонную треугольную пирамиду с закругленными ребрами, глубиной 1.5 м. Нижнее отверстие горна закрывалось куполообразным каменно-кирпичным сооружением. Предположительно, и верхнее отверстие также перекрывалось куполообразным сооружением (рис. 1). Кроме воронкообразных горнов, в Приольхонье обнаружены горны, представляющие собой две полусферические ямы, соединенные подземным каналом на уровне дна ям (похоже на сегмент «бублика», тора). Предположительно, данные горны являются кузнечными (т.е. горны, в которых нагревалась крица перед проковыванием). Как правило, вокруг предгорновой ямы (одной или двух соединенных проходом) располагается несколько горнов – от 1 до 9. Причем воронкообразные и тороидальные горны нередко встречаются одновременно. Возраст подобных металлургических центров относится к концу I тыс.–началу I тыс. до н. э. Сравнение приольхонских горнов с известными мировыми находками показывает, что изучаемые горны наиболее близки к горнам, обнаруженным в Хакасии (таштыкская эпоха, I в до н.э. – V в.н.э.). [Харинский и др., 2004]

По результатам многолетних исследований стало понятно, что основным методом обнаружения и дораскопной реконструкции металлургических центров является магниторазведка. Благоприятными предпосылками для ее использования являются контрастно высокие магнитные свойства (магнитная восприимчивость, остаточная намагниченность) артефактов металлургической деятельности относительно вмещающих грунтов. Если магнитная восприимчивость грунтов не превышает 0.7 милиЕд. СИ, то для шлаков и обожженной обмазки горнов значения изменяются в диапазоне от 0.13 до 70 милиЕд. СИ (в среднем – 6.5). Наиболее высокие амплитуды приращения напряженности магнитного поля дают обожженные стенки горна (70–300 нТл). Скопления шлаков и обожженной обмазки дают аномалии, достигающие 30–50 нТл [Харинский и др., 2004; Кожевников и др., 2005; Снопков и др., 2012]

Детальная магнитная съемка на участках следов деятельности древних металлургов позволила сделать первичную реконструкцию (расположение горнов, скопленный руды, шлаков и обмазки, и др.) для 11 металлургических центров. Проведенные раскопки двух объектов – Курминское озеро-1 и Курма-28 – подтвердили правильность проведенной реконструкции [Снопков и др., 2012] (рис. 2.)

В ходе магниторазведочных исследований было обнаружено, что в Приольхонье присутствуют металлургические горны другого типа, чем описанные выше. На этих объектах отсутствуют следы предгорновой ямы, а шлаки, в основном, являются донными (с большим количеством зерен чистого восстановленного железа). В магнитном поле объект отражается отдельно расположенной интенсивной изометричной аномалией диаметром 1.5–3 м. В ходе исследований было обнаружено, что аномалию создает поддон (нижняя часть горна, расположенная ниже земной поверхности) наземного горна. Нередко подобные аномалии осложнены изрезанным боковым

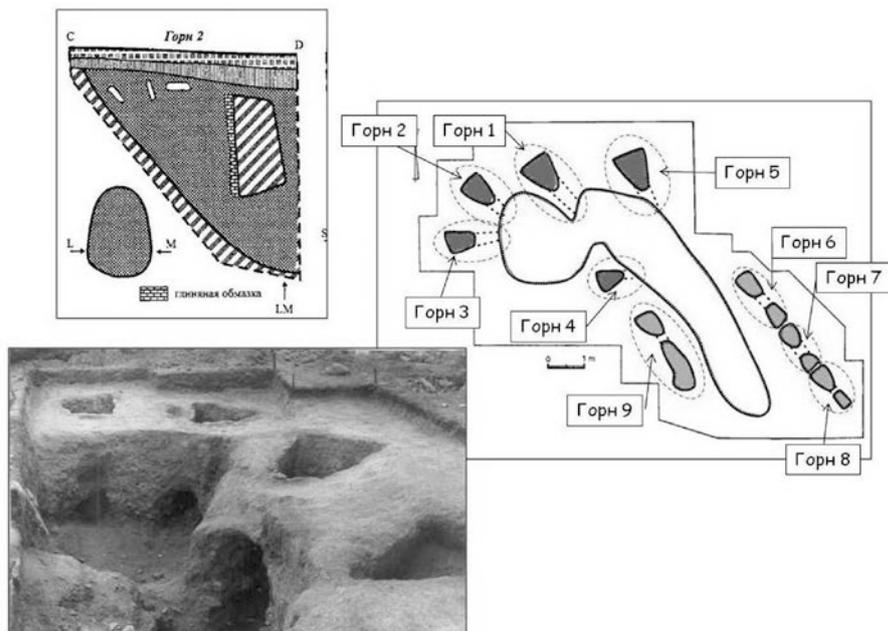


Рис. 1. Железвосстановительные горны металлургического центра Курминское озеро-1 (Приильхонье, III век до н.э. – V век н.э.).

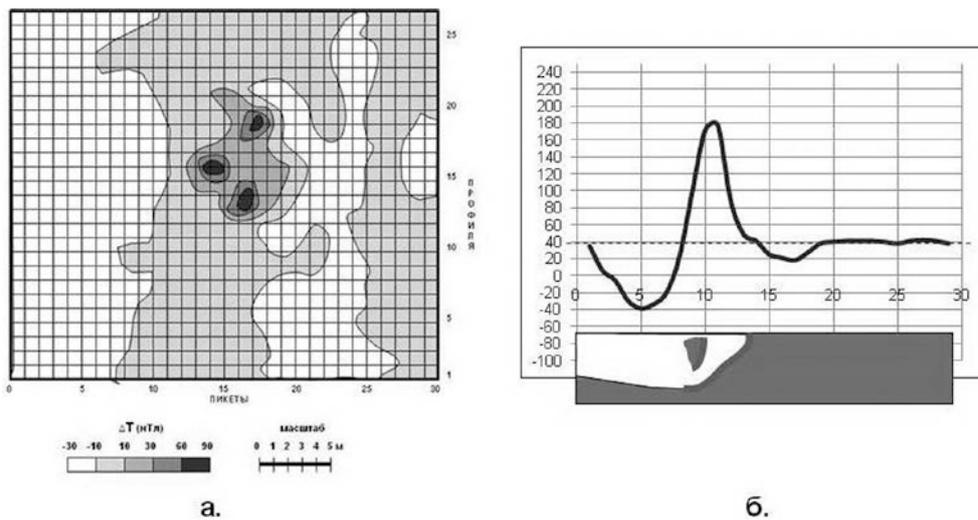


Рис. 2. Аномалии приращения напряженности магнитного поля на участке Курма-28 (а) и аномалия магнитного поля над железвосстановительным горном (б).

шлейфом, который создается отвалом шлаков. Время функционирования подобных горнов, определенное по фрагментам керамических сосудов найденных рядом, может относиться к широкому диапазону – от средневековья до этнографической современности. Подобные горны (реконструированные по результатам магниторазведки) обнаружены на острове Ольхон, в Приольхонье, на реке Белая (левый приток Ангары).

Кроме того, по результатам магниторазведочных съемок обнаружено два памятника древней металлургии, реконструкция которых в настоящее время затруднена – требуются раскопочные работы для того, чтобы понять устройство данных металлургических центров. В магнитном поле данные памятники отражаются контрастной интенсивной аномалией вытянутой формы. Протяженность аномалии составляет 6 – 8 м, а ее ширина 2–3 м.

Важным технологическим вопросом древней металлургии являются источники руды. Прибайкалье богато проявлениями железных руд различного генезиса. Наиболее распространенным типом железных руд Приольхонья являются бурые железняки, приуроченные к контактам гнейсов с кристаллическими известняками ольхонской серии (возраст которой является дискуссионным и разными специалистами определяется от архея до раннего палеозоя). Лимонит-гематитовое оруденение связано с инфильтрацией гидротермальных растворов в проницаемые зоны дробления и трещиноватости. На этих же территориях встречаются фрагменты позднемеловой – палеогеновой коры выветривания, в которых отмечены горизонтальные залежи бурых железняков либо россыпи бурожелезняковой гальки. Бурые железняки представлены лимонитом, гематитом и мартитом, с содержанием железа от 12 до 61 %. [Снопков и др., 2012]

Еще одним возможным рудным источником являются ожелезненные гнейсы иликтинской свиты раннего протерозоя, обнажающиеся на склоне Приморского хребта. Приморский хребет – сбросовая рифтогенная структура, примыкающая к западному берегу центрального Байкала. Проведенные исследования показали, что гнейсы иликтинской свиты обогащены магнетитом. Некоторые образцы ожелезненных гнейсов имеют магнитную восприимчивость до 200 милиЕд. Si и содержание железа до 55 %. Проведенная площадная каппометрия грунтов и детальная магниторазведка выявили приповерхностную залежь магнетитового песка у подножья Приморского хребта (рис. 3.) Залежь образована за счет делювиального сноса продуктов выветривания ожелезненных гнейсов со склона хребта, имеет протяженность более 300 м при ширине от 30 до 70 м. Расположена в почвенном и подпочвенном слое до глубины 30 см. Концентрация магнетитового песка в залежи, определенная путем магнитной сепарации, достигает 15 %. Несмотря на кажущуюся невысокой концентрацию магнетита в делювиальных отложениях, он мог использоваться в качестве руды, тем более рыхлые отложения достаточно просто можно обогащать обычным шлихованием.

Интересные данные были получены при проведении химического анализа образцов руд и шлаков с различных археологических участков. Химический анализ образцов был проведен специалистами лаборатории изотопии и геохронологии Института земной коры СО РАН (г. Иркутск), с помощью масс-спектрометра Agilent 7500se. Сравнение микроэлементного состава основных, наиболее распространенных на территории, руд (бурых железняков и ожелезненных гнейсов иликтинской свиты) выявило значительные отличия. Если для бурых железняков характерно повышенное содержание Cu, Mo, Ni, Zn, а также U, то для гнейсов наблюдается повышенное

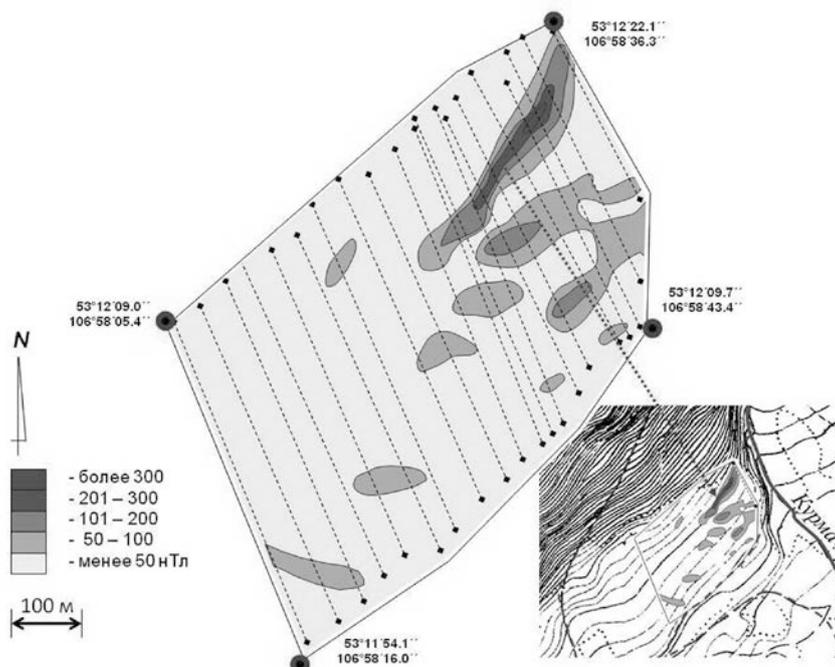


Рис. 3. Залежь магнетитового песка у подножья Приморского хребта на плане аномального магнитного поля.

содержание щелочных (Rb, Cs, K), щелочноземельных (Sr, Ba), легких (Ga, Sn, Pb, Tl), легких редкоземельных (La, Ce, Nd) и переходных (W, Ti, Nb, Ta) металлов, а также Th.

содержание щелочных (Rb, Cs, K), щелочноземельных (Sr, Ba), легких (Ga, Sn, Pb, Tl), легких редкоземельных (La, Ce, Nd) и переходных (W, Ti, Nb, Ta) металлов, а также Th.

Сравнение химического состава металлургических железосиликатных шлаков с разных участков также выявило различия. Шлаки центрального и северного побережья пролива Малое море Байкала (местность Курма и др.) оказались по микроэлементному составу подобны ожелезненным гнейсам иликтинской свиты, а шлаки южной части побережья Малого моря – близки бурым железнякам. Полученные данные свидетельствуют о том, что древние жители Приольхонья знали и использовали различные типы руд, присутствующие в данном районе.

Вопрос о том, какие руды использовались в других районах Прибайкалья (остров Ольхон, Тункинская долина, Приангарье и т.д.) остается открытым и требует специальных полевых и лабораторных исследований.

Таким образом, многолетние исследования металлургических центров Прибайкалья позволили выявить несколько типов железовосстановительных горнов, с помощью которых население этого региона получало железо в разные исторические эпохи. Получены первые данные о железных рудах, используемых древними металлургами. Изучение древней металлургии Прибайкалья необходимо продолжить.

## Литература

- Кожевников Н.О., Харинский А.В.* Магнитное поле в пади Барун-Хал и его связь с объектами древней металлургической деятельности // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. Вып. 3. С. 38–48.
- Снопков С.В., Зуев А.А., Репина И.А.* Следы древней металлургии железа в Тункинской долине (республика Бурятия). // Социогенез в Северной Азии. Сборник научных трудов. Иркутск, 2005. С. 215–221.
- Снопков С.В., Матасова Г.Г., Казанский А.Ю., Харинский А.В., Кожевников Н.О.* Источники руды для производства железа в древности: Курминский археологический участок // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. Вып. 9. С. 10–30.
- Снопков С.В., Харинский А.В.* Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции. Улан-Батор: Изд-во Монг. гос. ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.
- Харинский А.В., Снопков С.В.* Производство железа населением Приольхонья в елгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск, 2004. Вып. 2. С. 167–187.

**Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.**

*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск,  
info@dmmti.edu.ua*

### **Минеральные и расплавные включения в шлаках и металле Картамышского комплекса Донбасса**

В последнее время при изучении древнего металлопроизводства широко изучается вещественный состав древних металлургических шлаков и штейнов [Григорьев, 2003; Зайков и др., 2008; Ровира, 2005].

При исследовании продуктов древнего металлургического производства и результатов экспериментальных плавок важное место занимает изучение фазового состава включений для реконструкции металлургического производства и увязки материала к сырьевой базе. В пределах Картамышского археологического микрорайона Бахмутской котловины Донбасса нами микроскопически изучены продукты древнего и современного экспериментального медеплавильного производства и их химический состав. Полученная высокая сходимость результатов свидетельствует об использовании аналогичного минерального сырья, а также сопоставимости технологии металлургического передела. Фазовый состав кристаллических фаз – новообразований и реликтовых включений – изучен при помощи микронзондового анализа (растровый электронный микроанализатор РЭМ 106И, аналитик А.А. Андреев) в древних и экспериментальных продуктах медеплавильного производства. В результате определен химический состав микровключений и выполнены соответствующие снимки во вторичных (рельефные снимки) и отраженных (контрастные снимки) электронах.

Шлак экспериментальной плавки 2008 г (рис. 1, табл. 1) в нижней части представлен сплошным стеклом, где кристаллической фазы до 10 %, выше расположено пористое стекло с изометричными зернами кварца размером 0.1–0.4 мм (до 5–10 %).