

учения памятников древней металлургии железа. Основным методом, позволяющим выявлять и оконтуривать металлургические центры, безусловно, является магниторазведка. В качестве дополнительного подтверждающего метода оконтуривания конструкций металлургического центра может быть использовано электромагнитное профилирование. Выявленные аномалии повышенного сопротивления, в контуре магнитных аномалий, позволяют интерпретировать их как элементы конструкции металлургического центра (железвосстановительные и кузнечные горны). Дополнительную информацию для реконструкции металлургических центров может дать электротомография, которая позволяет не только выделять неоднородности в верхней части геологического разреза, но и дифференцировать эти объекты по глубине. Конечно, окончательно подтвердить результаты интерпретации геофизических данных могут только археологические раскопки. Но уже до проведения таких работ очевидно то, что локальные аномалии магнитного поля и удельного электрического сопротивления способны выявлять объекты антропогенного изменения верхней части геологического разреза.

Литература

- Бобачев А.А., Модин И.Н.* Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами. // Разведка и охрана недр. 2008. № 1. С. 43–47.
- Грайвер А.В., Давыденко А.Ю., Попков П.А., Слепцов С.В.* Технология интерпретации данных площадных геофизических работ в программном комплексе «GelioSMI» // Мат. 40-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. М.: ИФЗРАН, 2013. С. 115–120.
- Кожевников Н.О., Кожевников О.К., Никифоров С.П., Снопков С.В., Харинский А.В.* Древний центр металлургии железа в пади Барун-Хал // Байкальская Сибирь в древности. Сб. науч. трудов. Вып. 2. Ч. 2. Иркутск: изд-во ИГПУ, 2000. С. 112–125.
- Снопков С.В.* Опыт использования магниторазведки при поиске и изучении памятников древней металлургии железа в Приольхонье (западное побережье Байкала) // Малышевские чтения. Мат. III Всерос. науч. конф. (Старый Оскол, 18–19 мая 2017 г.). Старый Оскол: Изд-во РОСА, 2017. С. 46–56.
- Харинский А.В., Снопков С.В.* Производство железа населением Приольхонья в елгинское время // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

А.М. Назин

*ГИАУ ДО Иркутской обл., МБОУ СОШ № 18, г. Иркутск,
snopkov_serg@mail.ru*

К вопросу о предназначении глиняных валиков при сооружении железвосстановительных горнов в Приольхонье *(научные руководители С.В. Снопков, В.Э. Данилевская)*

Начиная с раннего железного века на территории Приольхонья (западное побережье пролива Малое море оз. Байкал) происходит массовое получение железа. Этому способствовало широкое распространение легкодоступных богатых железных руд и леса, используемого для отжига древесного угля [Харинский, Снопков, 2004]. Обнаруженные в Приольхонье горны имеют разнообразные конструкции. Наиболее ранние (конец I тыс. до н.э. – начало I тыс. н.э.) представляют собой ямные горны, имеющие наклонную воронкообразную рабочую камеру, выходящую в предгоронную яму [Снопков, Харинский, 2012].

В 2015 г. были проведены раскопки средневековых железодельных горнов, которые представляют собой прямоугольные горизонтальные камеры шириной 35–45 см, длиной 80–90 см и высотой 30–40 см. Объем рабочей камеры горна составлял 0.1–0.15 м³ (10–

15 л). Горн примерно на три четверти заглублен ниже поверхности земли. Стенки горнов изготавливались с помощью вертикально установленных плит из гнейса и глиняной обмазки внутри горна (и, возможно, снаружи в верхней части). С одной стороны рабочей камеры устанавливались сопла – глиняные трубки с внутренним диаметром 2–2.5 см и внешним – 5–6 см. Через сопла с помощью мехов в горн нагнетался воздух. Сверху рабочая камера была также перекрыта каменной плитой. Плита закрывала большую часть рабочей камеры горна, оставляя небольшое отверстие для выхода дыма.

Особенностью этих конструкций являлось то, что шлаки не выпускались из горна. Они остывали внутри горна после сгорания угля и затем извлекались наружу. Крица, сформировавшаяся на поверхности шлаковой «лепешки», отколачивалась, вновь нагревалась и проковывалась. Предположительно, такой горн мог быть как железовосстановительным, так и кузнечным [Снопков, 2017].

При раскопке горна было обнаружено большое количество горновых шлаков и кусочков спеченной глиняной обмазки. Неожиданной находкой при проведении раскопок стали спеченные глиняные «валики».

«Валики» имеют форму цилиндров диаметром 3–4 см, разрезанных по длинной оси. В ходе раскопок были обнаружены фрагменты «валиков» длиной до 15 см, поэтому исходную длину валика оценить сложно. «Валики» имеют бурый цвет, без следов плавления. Всего было обнаружено 34 фрагмента длиной от 2 до 15 см. На плоской стороне «валика» виден слепок поверхности каменной плиты. Обнаружены 3 фрагмента «валиков», спеченных боковыми поверхностями. По степени спекания и отсутствию следов плавления можно сделать вывод, что глиняные «валики» находились на внешней стороне стенок рабочей камеры горна. В целом, перечисленные особенности строения «валиков» позволяют высказать предположение, что они были наклепаны на горизонтально установленную каменную плиту, перекрывающую рабочую камеру горна. Для чего использовались глиняные «валики»?

Глина состоит из мельчайших кристаллов целого ряда минералов. Основной глинообразующий минерал класса силикатов — каолинит. Кроме каолинита, в глинах в разных пропорциях могут содержаться андалузит, дистен, силлиманит, галлуазит, гидраргиллит, диаспор, корунд, монотермит, монтмориллонит, мусковит, наркит, пирофиллит, кварц, гипс, доломит, кальцит, лимонит и др.

В зависимости от того, из какой породы образуется глина, каким образом идет ее образование и какими минералами она представлена, глина приобретает различные цвета. Наиболее часто встречаются желтая, красная, белая, голубая, зеленая, темно-коричневая и черная глины. Цвета глины определяются присутствием в ней следующих солей: красная глина – калий, железо; зеленоватая глина – медь, двухвалентное железо; голубая глина – кобальт, кадмий; темно-коричневая и черная глина – углерод, железо; желтая глина – натрий, трехвалентное железо, сера и ее соли.

Температурой спекания глины считают низшую температуру, при которой получается черепок с водопоглощением 2 %. Температура спекания различных глин неодинакова. У большинства гончарных глин она равна 1000–1100 °С. Если после достижения температуры спекания продолжать повышать температуру обжига, то черепок начинает размягчаться и деформируется. При дальнейшем нагревании черепок начинает плавиться. Температура плавления различных глин также неодинакова и колеблется от 1440 до 1600 °С.

Спеченная глина обладает низкой теплопроводностью, огнеупорностью и гигроскопичностью, благодаря чему используется в качестве обмазки горнов с целью уменьшения оттока тепла из рабочей камеры горна. Но для этого можно было положить глиняную обмазку ровным слоем, а не складывать ее из «валиков».

Была выдвинута гипотеза, что теплоизоляционное покрытие крышки горна, изготовленное из уложенных рядами «валиков», позволяло контролировать температуру внутри горна. То есть, такое покрытие служило своеобразным термометром. Необходимость контролировать температуру обуславливалась следующим обстоятельством. Несмотря на то, что восстановление железа в горнах начинается уже при температуре 500 °С, интенсивно проходит при 900–1000 °С, на практике нужны более высокие температуры – не менее 1200 °С. Такая температура нужна для того, чтобы начал образовываться шлак. При этом температура не должна быть чрезмерно высокой, так как чем выше температура, тем больше железа переходит в шлак [Григорьев, 2013]. Поэтому для древних металлургов для оптимизации металлургического процесса важно было поддерживать в горне температуру в определенных пределах.

Обычная красновато-бурая глина содержит до 5–8 % от общей массы оксида железа (Fe_2O_3). При нагревании до температуры 1000 °С глина сначала приобретает бурую окраску; затем спекается, приобретая красную или белесую окраску. При нагреве до 1100 °С глина размягчается и деформируется; при нагревании до 1440 °С она начинает плавиться. Окраска фрагментов спеченных глиняных «валиков» меняется от светло-бурой до красновато-белесой, что свидетельствует о разном характере температурного воздействия.

Подтверждением разного температурного воздействия служат результаты измерения магнитной восприимчивости «валиков» с помощью капнометра. Магнитная восприимчивость – это физическое свойство, показывающее способность вещества намагничиваться под воздействием внешнего магнитного поля.

Глина, из которой были изготовлены «валики», содержит гидроокислы железа (гидрогематит, гетит, гидрогетит и др.). Эти минералы имеют низкую магнитную восприимчивость, но при нагревании глины происходит их дегидратации и преобразование в маггемит и гематит, которые обладают более высокими значениями магнитной восприимчивости. Температурные превращения гидроокислов железа и, соответственно, увеличение магнитной восприимчивости приблизительно пропорционально температуре [Снопков, 2016]. Измерения капнометром на фрагментах «валиков» показало, что магнитная восприимчивость артефактов меняется от 4 до 10 мили ед. СИ. Предположительно, такой разброс значений связан с разной степенью прокала глины.

Можно предложить следующую реконструкцию: на внешнюю поверхность каменной плиты (крышки горна) поперечно прилеплялись глиняные валики; при повышении температуры в горне и, соответственно, температуры плиты, «валики» также нагревались, спекаясь и меняя окраску; по изменению состояния «валиков» древние металлурги оценивали температурный режим в горне. Кроме того, «валики» позволяли отслеживать неравномерность нагревания рабочей камеры горна.

Таким образом, обнаруженные при раскопках глиняные «валики», предположительно, являются фрагментами теплоизолирующего покрытия «крышки» горна и могли быть использованы в качестве своеобразного «термометра» для оценки температурного режима в горне.

Литература

Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с.

Снопков С.В. Использование петрофизических методов в археологических исследованиях // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 50–56.

Снопков С.В. Особенности технологии получения железа в Прибайкалье по результатам исследования древних железосиликатных шлаков // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 154–157.

Снопков С.В., Харинский А.В. Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Мат. III Междунар. науч. конф (Улан-Батор, 5–9 сентября 2012 г.). Вып. 3. Улан-Батор: Изд-во Монг. гос. ун-та, 2012. С. 241–246.

Харинский А.В., Снопков С.В. Производство железа населением Приольхонья в елгинское время // Известия Лаборатории древних технологий. Вып.2. Иркутск: 2004. С. 167–187.

И.С. Дамбялов

ГАУ ДО Иркутской обл., МБОУ СОШ № 18, г. Иркутск, snopkov_serg@mail.ru

Куполообразное сооружение на мысе Улан-хан (Приольхонье, Западное Прибайкалье)

(научные руководители С.В. Снопков, В.Э. Данилевская)

Летом 2017 г. в рамках образовательно-оздоровительного детского палаточного лагеря «Страна Байкалия», во время одной из краеведческих экспедиций по побережью пролива Малого моря оз. Байкал было обследовано куполообразное сооружение, расположенное вблизи мыса Улан-хан. Это сооружение давно известно туристам, отдыхающим на берегах Малого моря. Известный популяризатор туризма на Байкале С.Н. Волков описал это сооружение в 1999 г. в путеводителе «Вокруг Байкала». Автор путеводителя предложил две гипотезы о его назначении – железоплавильная печь либо эвенкийское культовое сооружение для совершения сложных шаманских обрядов и продолжительного ритуала, связанного с жизнью и смертью [Волков, 1999]. В 2001 г. экспедицией Детского центра «Лазурит» (п. Култук, Иркутская обл.) это сооружение было изучено и установлено, что оно является смолокурней – сооружением для получения смолы [Марченко, Середкин, 2001]. Получение смолы в Прибайкалье в прошлые века является малоизученным явлением. В энциклопедическом издании «Мир Байкала» в разделе «Народные промыслы» подобный вид промысла не описан [Гольдфарб, 2010].

Целью исследований 2017 г. было составление детального описания смолокурни, изучение ее предназначения и современного состояния.

Каменно-кирпичное шатровое сооружение находится на 37 км от дороги Еланцы – Онгурены вблизи мыса Улан-Хан. Оно расположено в 150 м от берега оз. Байкал и скрыто от глаз проходящих по дороге туристов густыми зарослями сосняка. Высота куполообразного сооружения составляет 230 см от поверхности земли. Оно построено из камней, скрепленных глиняным раствором. Сечение внутренней камеры купола на уровне земли практически круговое и имеет диаметр 260 см. Толщина стен составляет 15 см. Стенки купола изнутри и снаружи покрыты глиняной обмазкой. Пол камеры купола имеет конусообразную форму с уклоном в центр и выложен каменной плиткой. Глубина конусообразной «чаши» составляет 105 см. В центре «чаши» имеется отверстие, обложено 4 камнями размером 10 × 15 см. Вверху купола – круговое отверстие диаметром 90 см. На поверхности глиняной обмазки на вершине купола сохранились следы от каменной плиты, которая (по-видимому, частично) перекрывала верхнее отверстие купола. Внутренняя поверхность стенок купола имеет сильный провал и закопчение.

Куполообразное сооружение с внешней стороны на 2/3 высоты обнесено стеной, сложенной также из камней и глиняного раствора. Кладка внешней стены по своей структуре более грубая по сравнению с куполом. Высота внешней стены составляет 105 см в верхней части склона и 150 см – в нижней части. Диаметр стены составляет около 400 см, а толщина – примерно 30 см. Между куполом и внешней стеной имеется воздушный зазор шириной