

ЭПОХА ПАЛЕОМЕТАЛЛА

¹А.В.Харинский, О.К.Кожевников,

^{1,2}Н.О.Кожевников, ²М.А.Фелорин

¹Иркутский государственный технический университет

²Институт геофизики СО РАН, Новосибирск

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ДРЕВНЕЙ МЕТАЛЛУРГИИ МЕДИ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ И ЗАПАДНОМ БЕРЕГУ БАЙКАЛА

С началом использования древними людьми изделий из меди связан важнейший шаг в истории человечества - переход от эпохи камня к новому технологическому периоду - эпохе металла. Поэтому для археологов представляют большой интерес все находки, свидетельствующие о наступлении этой эпохи, особенно те местонахождения, где наряду с медными и/или бронзовыми предметами сохранились древние горные выработки и остатки печей для производства меди. Археологические и археометаллургические исследования в таких районах могут способствовать выяснению исторических взаимосвязей между такими этапами производства как поиски и добыча руды, получение и обработка металла и изготовление из него предметов. Правда эти этапы могут не совпадать в пространстве и/или во времени. Следует также заметить, что в одних регионах последовательность появления медного и железного производств соответствует общепринятой схеме мировой истории, в которой эпоха меди и бронзы предшествует эпохе железа, в других - зарождение металлургии железа предваряло появление медеплавильного производства или протекало с ним параллельно. Выяснение условий, определяющих тот или иной вид взаимосвязи между медным и железным производствами имеет важное значение для правильной интерпретации археологических данных.

Медные рудопроявления Предбайкалья

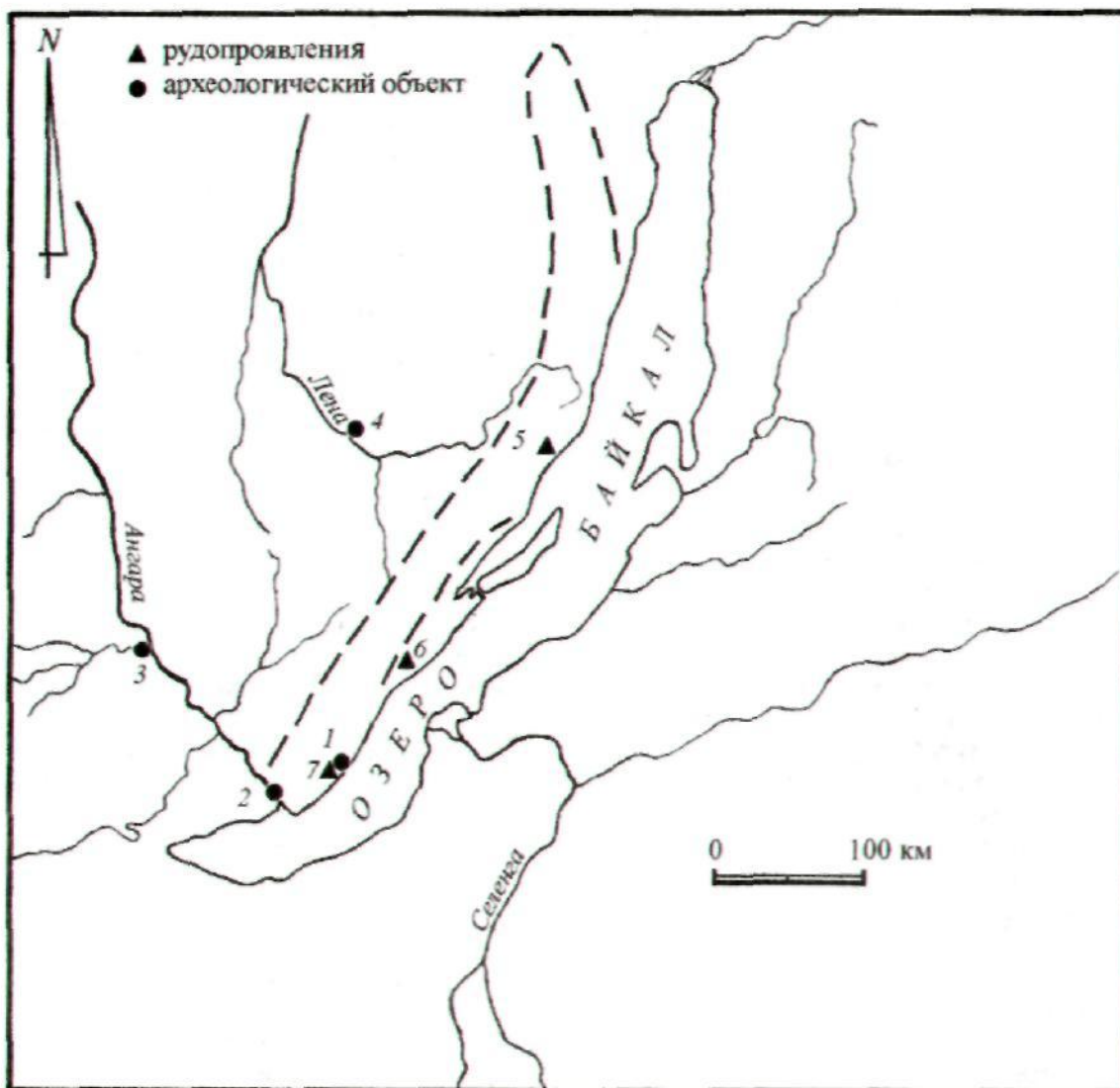
На территории Восточной Сибири выделяют пять меденосных районов: I — Приангарье (бассейн Ангары, юго-восточная часть Енисейского кряжа Иркинеевский выступ и Канско-Тасеевская впадина); II - Присяянье (полоса протяженностью более 600 км от Иркутска до Тайшета-Саяно-Енисейскиймиогеосинклинальный прогиб); III — Верхнеленский район (представляет собой широкую полосу, вытянутую вдоль долины Лены от ее истоков до устья Витима). Его границами на востоке и северо-востоке являются Байкальский хребет и Байкало-Патомское нагорье; на западе и северо-западе — Ленско-Ангарский водораздел и верховья Нижней Тунгуски; IV — Западное Прибайкалье (Прибайкальская зона Байкало-Патомского краевого прогиба — узкая полоса, вытянутая вдоль всего западного побережья оз. Байкал) (рис. 1); V — Кодаро-Удоканская зона в Читинской области (Сергеева, 1981: 47).

В Верхнеленском районе в ленских медистых песчаниках выявлены такие первичные рудные минералы, как пирит, халькопирит, борнит, халькозин, галенит, сфалерит, теннантит, арсенопирит, молибденит, куприт и самородная медь. В местах, где рудоносные горизонты выходят на дневную поверхность, широко распространены вторичные минералы, главным из которых является малахит, встречающийся совместно с азуритом и реже - с халькозином, купритом и самородной медью.

Максимальное содержание меди обычно отмечается в малахитовых рудоносных слоях с валовым содержанием меди до 6—7%, иногда до 10%, это вполне «промышленное» содержание даже по критериям древних «рудознатцев». В качестве попутных элементов в ленских медистых песчаниках присутствуют: свинец с содержанием от тысячных до десятых долей процента; мышьяк — 0,01—1,0 %; висмут — тысячные доли процента; никель, кобальт - не более тысячных долей процента; найдены также следы олова, молибдена, рения, золота, сурьмы, цинка (Сергеева, 1981:47).

В 1965 г. в результате поисковых и геологоразведочных работ в Западном Предбайкалье под руководством В.Г.Рыбакова и В.И.Устинова обнаружена зона сульфидной минерализации. Эта крупная зона, выявленная на северо-западном берегу Байкала на участке Шартлай-Рита-Хейрем в метаморфизированных песчаниках иликтинской свиты нижнепротерозойского возраста, объединяет двадцать отдельных рудных зон, делящихся по минеральному составу на пиритовые, халькопирит-пиритовые (меденосные) и халькопирит-галенит сфалеритовые (меденосные свинец- и цинксодежащие) (Геологическая изученность СССР).

Большая часть рудных зон сконцентрирована на рудопроявлении Рита, расположенном в средней части Шартлай-Хейремской зоны минерализации, в 35-40 км к северо-востоку от пос.Онгурен (рис. 1). Основная часть сконцентрированных здесь рудных зон - халькопирит-пиритовые (т.е. меденосные) и пиритовые. Длина меденосных зон значительная - от 50 до 300 м, пиритовых - до 500 м. Среднее содержание меди в меденосных зонах 1,5-2,0%, что соответствует современным требованиям к качеству промышленных медных руд. Учитывая неравномерность распределения меди в рудных телах, можно предполагать, что в



1 - Угловая I, 2 - остров Сосновый, 3 - Усть-Белая I, 4 - Поповский Луг, 5 - рудопроявление Рита
6 - Куртинское и Кулькуттское, 7 - Голоустенское

--- границы Прибайкальского рудоносного района по Н.Ф.Сергеевой, 1981

Рис. 1. Карта находок остатков металлургии меди на территории Южного Предбайкалья

древности из этой руды ручной рудоразборкой можно было получать достаточно богатый концентрат, пригодный для выплавления меди. По данным геолого-поисковых работ, проведенных в Западном Прибайкалье, перспективы открытия сульфидного медного оруденения имеются также в Куртинской и Кулькуттской рудных зонах, расположенных на крайнем юго-востоке - западе Приольхонья.

Методика поисков памятников древней металлургии меди

Прежде, чем перейти к изложению вопросов, касающихся особенностей поисков памятников древней металлургии меди, необходимо кратко напомнить

особенности технологии извлечения меди из руды. В отличие от железных руд, в которых железо находится в виде минералов-окислов, медные руды в большинстве случаев (в том числе и в Шартлай-Хейремской зоне) бывают представлены сернистыми соединениями - сульфидами меди, железа и других металлов. Поэтому перед восстановительной плавкой они должны подвергнуться обжигу, при котором происходит выгорание серы, а медь, соединяясь с кислородом воздуха, переходит в окислы. В прошлом это делалось в кучах, сложенных из дров и кусков руды. В итоге оставались так называемые огарки, представляющие смесь кусков, состоящих из окислов железа и меди и силикатных минералов.

Восстановительная плавка осуществлялась в сыродутных горнах, по конструкции близких к тем, какие использовались для получения сыродутного железа. Они заполнялись перемежающимися слоями огарков и древесного угля, после чего эта смесь поджигалась. При высокой температуре медь в огарках восстанавливалась до металла и в расплавленном состоянии стекала на дно горна, откуда выпускалась в литейные формы. Кварц и силикатные минералы соединялись с железом, образуя жидкие шлаки, которые стекали в нижнюю часть горна, а неиспользованные при ошлаковании силикатов окислы железа оставались в горне в виде твердых шлаков. Известные археологические находки указывают на то, что производство меди возможно и более простым способом в земляных ямах или тиглях, заполненных медной рудой и углем без предварительного обжига. Очевидно, такие находки относятся к наиболее раннему периоду развития производства меди.

Изложенная выше схема процесса получения меди позволяет определить главные поисковые признаки памятников древнего металлургического производства. К ним относятся: 1 - находки медной руды, слабоизмельченной или превратившейся на поверхности в охристую массу; 2 - находки огарков в виде остатков куч и одиночных кусков; 3 - находки твердых и застывших жидких шлаков, рассеянных по площади или сконцентрированных на определенных участках; 4 - остатки металлургических горнов и отдельные фрагменты обожженной глины; 5 - медные и бронзовые изделия, слитки, застывшие капли, брызги и случайно пролитые «шлепки» меди; 6 - литейные формы и др.

Некоторые из этих признаков характерны также для сыродутного производства железа. При их слабой представленности для подтверждения принадлежности памятника к медеплавильному или железному производству в ряде случаев могут потребоваться химические и другие анализы. Однако нередко и в полевых условиях можно безошибочно обнаружить присутствие меди в руде, огарках и шлаках по наличию на поверхности образцов хорошо заметных корок пятен, примазок, прожилок зеленого и синего цвета.

Опыт поиска и изучения памятников древнего производства железа в Приольхонье показал высокую результативность магнитной съемки при поиске различных объектов металлургии. Она эффективна как на стадии оконтуривания перспективных участков, так и при точном определении местоположения отдельных горнов (Агафонов, Кожевников, 1999). Промежуточные продукты, участвующие в процессе выплавки меди (огарки и шлаки), содержат железо в форме магнитных окислов, а медеплавильные горны имеют высокую термоостаточную намагниченность. Поэтому весь опыт применения магнитного геофизического метода на «железных объектах» может быть с успехом использован при проведении работ на «медь».

При поисках памятников медеплавильного производства необходимо иметь в виду, что обжиг руды

и плавка могли производиться в разных местах: обжиг вблизи месторождения, где добывалась руда, а плавка - в удобных для проживания поселениях. Таким образом, огарки - с одной стороны, и шлаки и горны - с другой, могут быть пространственно совмещенными, но могут быть и разобщены.

Следы древней металлургии меди в Предбайкалье

К настоящему времени на территории Предбайкалья известно 6 местонахождений, на которых в культурных слоях эпохи палеометалла обнаружены остатки литейного производства меди - ишаки, всплески, литейные формы, тигли, льячки, сопла. Три местонахождения с остатками литейного производства меди располагаются на р. Лена - Поповский Луг, Турука, Усть-Киренга; два на р. Ангара осгров Сосновый, Усть-Белая; одно на побережье Байкала - Угловая I (рис. 1).

Следы металлургии меди на р. Лена были обнаружены во время разведочных работ 1972 и 1973 гг., проводившихся лабораторией археологии ИГУ под руководством М.П. Аксенова (Аксенов и др., 1974). На стоянке Усть-Киренга медный сплеск выявлен в шурфе № 3. На стоянке Турука медные шлаки найдены во втором слое раскопа № 1. На стоянке Поповский Луг медные шлаки обнаружены в горизонтах 1 и 2 раскопа № 1. а также в первом горизонте шурфа № 1.

На стоянке Усть-Белая I во время раскопок 1963 г. под руководством Г.И. Медведева в слое лумусиро-ванной супеси (слой 1а) обнаружены остатки эпохи бронзы: литейные формы из агальматолита и керамики для отливки топоров, кельта, ножей, керамическое сопло, шлаки, бронзовый нож и обломки плоского орудия из бронзы. Керамический комплекс включал фрагменты сосудов с ногтевым орнаментом, украшенные налепными валиками с защипами. Слой датируется 4-2,5 тыс. лет назад (Указатель археологических памятников, 1991:64).

Во время раскопок 1951, 1952 и 1954 гг. на острове Сосновый (верхнее течение Ангары) экспедицией А.П. Окладникова во 2 культурном слое обнаружены остатки «зрелого бронзового века», датирующегося Vn-IV вв. до н.э. Среди находок - вырезанные из мягкого камня жировика обломки литейных форм, медные шлаки и крицы, обломки сопла. Здесь же найдены орнаментированные налепными валиками фрагменты сосудов с выпуклым круглым дном, бронзовые топоры-кельты с узором в виде свисающих вниз вписанных друг в друга треугольников, бронзовые ножи, шилья и другие изделия (Окладников, 1958).

Спектральный анализ побочных продуктов металлургической деятельности, обнаруженных на острове Сосновый и найденных вместе с ними медных изделий показал, что на тиглях, соплах и в шлаках имеются следы микропримесей, характерных для найденной здесь бронзы. Изделия были изготовлены из оловянистой бронзы с искусственной примесью олова (1,5—5,0%). В шлаках отмечается медь, а в тиглях и соплах определяется олово (0,006—1,5%) и серебро (0,0023—

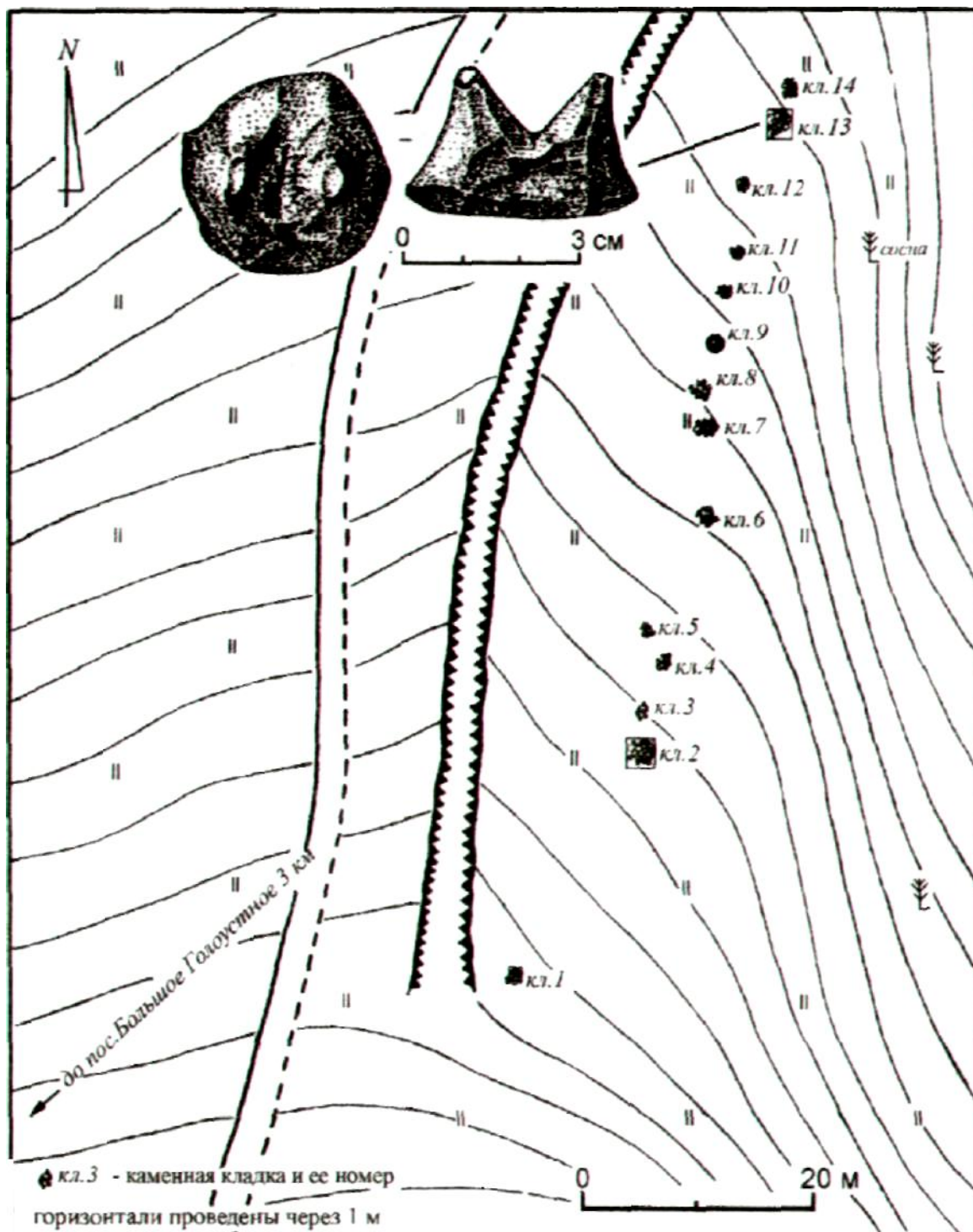


Рис. 2. Местонахождение Угловая I

0,03%) (Сергеева, 1981:26).

Памятник Угловая I открыт 1995 г. А.В. Харинским. Он находится в 3 км к северо-востоку от с.Большое Голоустное, в 1 км к северо-западу от оз.Байкал, у левого борта пади Угловой, в ее приустьевой части. С севера на юг падь пересекает проселочная дорога, в 7-12 м к востоку от нее располагается овраг. Ширина оврага 4-5 м, глубина около 1 м. Падь не залесена. Между оврагом и подножием левого борта пади отмечено 14 каменных поминальных кладок I тыс. н.э. Они располагаются

цепочкой, протянувшейся вдоль памятника с ЮЮЗ на ССВ на 160 м (рис. 2).

С целью выяснения особенностей конструкции поминальных кладок и их возраста две из них - № 2 и № 13-были вскрыты.

Кладка № 2 располагалась в южной части памятника, в 25 м к востоку от оврага. На ее месте заложен раскоп 3 x 3 м. Кладка № 13 находилась в 53 м к ССВ от кладки № 2. На ее месте заложен раскоп 2,5 x 3 м, ориентированный длинными стенками по линии север-юг.

В районе кладки № 13 отмечена следующая последовательность расположения слоев:

Сверху вниз	мощность в м
1. Дёрн.....	0,04-0,06
2. Серая опесчаненная супесь	0,03-0,16
3. Бурая супесь	0,000,09
4. Черный суглинок с дресвой.....	0,11-0,32
5. Желтый суглинок с дресвой и щебнем .вскрыт на 0,15	

Поминальная кладка № 13 заложена из основания 2 геологического слоя. В восточной части конструкции. в слое серой супеси, обнаружен сосуд, располагавшийся вверх дном. Его высота 16 см, диаметр дна 8 см, диаметр венчика 12,8 см, диаметр тулова 14,2 см. В районе шейки сосуда проходит горизонтальный налепной валик, рассеченный наклонными вдавлениями. Под валиком находится ряд круглых вдавлений.

В центральной и северо-восточной частях раскопа. в слое черного суглинка, на глубине 18-25 см от поверхности земли, зафиксирован культурный слой стоянки эпохи палеометалла. Среди находок фрагменты керамики с оттисками рубчатой лопаточки, кости животных, кремневые отщепы, "мелок*" из охры, медная отливка и медный всплеск. Отливка имела шюское основание и куполообразный верх, на котором выступает пара '*рожек*' (рис. 2).

Химический состав археометаллургических находок с местонахождения Угловая I

Для изменил вещественного состава образцов с местонахождения Угловая I был использован метод рентгено-флюоресцентного анализа (РФА). Напомним (Джонс, 1991), что в рентген-флюоресцентной спектроскопии соответствующим образом приготовленный образец облучается пучком полихроматического рентгеновского излучения. Под его воздействием в образце возникает вторичное (флюоресцентное) рентгеновское излучение. регистрируемое рентгеновским спектрометром. Характеристические длины волн флюоресцентного излучения показывают, какие элементы присутствуют в облучаемом материале, а интенсивность излучения с некоторой характеристической длиной волны зависит от концентрации соответствующего элемента.

Для возбуждения флюоресценции в исследуемых пробах использовалось излучение рентгеновской трубки с молибденовым анодом. Регистрация флюоресцентных спектров осуществлялась с помощью кремниевого детектора и спектрального анализатора. обеспечивавших энергетическое разрешение не хуже 180 эВ. Анализируемые пробы представляли собой фрагменты неправильной геометрической формы массой 0,7-1,2 г, отпиленные от исходных образцов. Количественный анализ был осуществлен с применением метода фундаментальных параметров, без использования внешнего стандарта.

Таблица. Концентрации элементов, обнаруженных в образцах методом РФА

Образец	Масса пробы, г	Cu %	S %	Fe %	As %	Sn %
«всплеск»	1,2	88	~10	0,7	0,257	-0,3
«отливка»	0,7	89	~10	0,115	0,17	-0,3

Результаты расчета концентраций химических элементов, обнаруженных в пробах, приведены в таблице. Погрешность их определения не превышает 10%. Поскольку с применявшейся аппаратурой РФА олово определялось по относительно слабому флюоресцентному излучению с L-оболочки, приведенные в таблице значения его содержания по порядку величины близки к нижнему пределу обнаружения этого элемента (около 5000 г/т, что соответствует 0,5%). Следует также иметь в виду, что чрезвычайно низкоэнергетическое излучение серы способно поглощаться в слое медного сплава толщиной всего а несколько сотых миллиметра; потому приведенные в таблице оценки содержания серы, безусловно, применимы лишь для характеристики поверхностного слоя исследовавшихся проб. Однако, нет никаких причин, которые могли бы вызвать избирательное преимущественное обогащение серой только поверхностного слоя медных предметов; таким образом, определенное анализом содержание серы может быть распространено на всю массу образцов.

Металл в пробах представлен почти чистой медью; содержание металлических примесей (As, Sn) в образцах значительно ниже того, которое обычно характеризует бронзу.

Присутствие в пробах серы свидетельствует о том, что образцы, скорее **всего**, являются первичным продуктом извлечения меди из сульфидной руды, а не результатом переплавления ранее полученного металла. Большая величина содержания серы говорит о том, что металлургический процесс был несовершенным; возможно, выплавление меди из руды производилось без предварительного обжига.

Мышьяк-содержащие медные минералы нередко встречаются в сульфидных медных рудах (иногда в значительном количестве), поэтому обнаруженная анализом примесь мышьяка в меди вполне естественна.

Присутствие в медных рудах олова известно только в двух сульфидных рудных формациях: а) высоко-температурной олово-медной, встречающейся преимущественно в виде небольших месторождений. и б) средне-низкотемпературной жильной пирит-энаргит-халькопиритовой, образу ющей иногда крупные месторождения (Бьютт, США). В первой из них олово находится в касситерите (SnO₂), тогда как во второй - во встречающемся в рудах в небольшом количестве медь-мышьяк-олово-ванадийсодержащем сульфидном

минерале колюзите (CuJAs, Sn, V]S₄). Это дает основания предполагать, что руда, используемая для выплавки металла, из которого состоят рассматриваемые образцы, была взята из рудопроявлений, относящихся к одной из этих формаций. При этом следует отметить, что содержание олова в этих рудах обычно невысокое и прямое получение оловянной бронзы при выплавке меди из них в большинстве случаев невозможно.

Обсуждение

Однозначно установить местоположение рудопроявлений, использовавшихся для получения меди, обнаруженной в пади Угловая, в настоящее время не представляется возможным. Просматривая геологические материалы по району нижнего течения р. Голоустная, можно заметить, что среди них периодически встречаются сообщения о находках медного оруденения, однако все они остались непроверенными. В 1942 г. О.К. Кожевников обнаружил около иос. Большое Голоустное небольшое медное рудопроявление, расположенное вблизи дороги, ведущей вдоль берега Байкала на ЮЗ. к устью пади Семениха. Приблизительно в 1,5-2,0 км от поселка в вертикальной стенке выхода коренных пород у подножия крутого склона имеется несколько маломощных прожилов с сульфидными минералами. Развитие зеленых и голубых окислов по этим минералам свидетельствует о том, что первичная минерализация представлена сульфидами меди. Детально местность вокруг этой точки не исследовалась.

Несмотря на свои небольшие размеры, эта находка свидетельствует о принципиальной возможности существования в окрестностях пос. Большое Голоустное неизвестных нам медных рудопроявлений, которые могли использоваться древними металлургами в качестве источника руды для выплавки меди.

Заключение

Западное побережье Байкала на протяжении всей эпохи энеолита и бронзового века обладало достаточной сырьевой базой для развития местной металлургии меди. Западноприбайкальский меднорудный район, представленный отдельными рудными проявлениями, узкой полосой тянется вдоль побережья озера, сравнительно легко доступен и поэтому вполне мог служить источником руды утке в III—IV тыс. до н.э. Свидетельства ее использования зафиксированы на местонахождении Угловая I, расположенном в окрестностях пос. Большое Голоустное. Найденные здесь медные отливка и всплеск располагались в одном культурном слое с артефактами, датирующимися эпохой палеометалла, - фрагментами керамики с оттисками рубчатой лопаточки и кремневыми отщепами. Рентгено-флюоресцентный

анализ проб металла, из которых состоят отливка и всплеск, продемонстрировал наличие в них около 10 % серы. Ее присутствие в пробах свидетельствует о том, что металл, скорее всего, является первичным продуктом извлечения меди из сульфидной руды, а не результатом переплавления ранее полученной меди. Высокое содержание серы говорит о том, что металлургический процесс был несовершенным; возможно, получение меди производилось без предварительного обжига руды. Наличие в меди незначительного количества металлических примесей (As, Sn) указывает на использование для производства достаточно редких сульфидных рудных формаций, содержащих олово и мышьяк.

Фрагментарность находок, отражающих становление и развитие древней металлургии меди на территории Предбайкалья, препятствует определению хронологии начального этапа медного производства. Результаты исследований на острове Сосновом. стоянках Усть-Белая I (1 а культурный слой) и Поповский Луг остались неопубликованными. Археологические материалы, обнаруженные на местонахождении Угловая I. малочисленны. По ним нельзя достаточно четко определить возраст и культурную принадлежность артефактов. С другой стороны, в археологии Прибайкалья до сих пор не выработаны четкие критерии для членения эпохи палеометалла на период энеолита, раннего бронзового, развитого бронзового и позднего бронзового века. Если исходить из того, что основанием для выделения отдельных периодов являются изменения в технологии производства металлических изделий, то необходимо четко знать, когда наступают эти изменения и с чем они связаны. Если же применять другой подход, например, культурный, то при названии отдельных периодов не следует использовать технологические термины, тем более, что культурная и технологическая периодизация между собой не совпадают. Эти и другие проблемы, связанные с изучением древней металлургии меди в Предбайкалье, могут быть разрешены лишь на основе постановки широкомасштабных комплексных работ, включающих геологические изыскания, археогео-физические, археологические и археометаллургические исследования.

Литература

Агафонов Ю.А., Кожевников Н.О., 1999
Геофизические исследования при изучении археологического памятника железного века на Чернорудском участке (Приольхонье) // Геофизика на пороге третьего тысячелетия. Тр. первой Байкал, молодежи, школы-семинара. - Иркутск. Изд-во ИрГТУ. 1999. - С. 215-224. Аксенов М.П., Горюнова О.И., Дроздов Н.И., Лежненко ИЛ., Медведев Г.И., Савельев Н.А., 1974
Работы комплексной археологической экспедиции

Иркутского университета (1970-1974) // Древняя история народов юга Восточной Сибири.- Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1974.-Вып.2.-С.165-172.

Геологическая изученность СССР. -Иркутск, 1969.-Т. 24., вып. 21, кн. 1:11 период 1 % 1 -1965 г.

Джонс М.П., 1991 Прикладная минералогия. Количественный подход. - М: Недра, 1991. - 391 с.

Окладников А.П., 1958 Археологические работы в зоне строительства Ангарских гидроэлектростанций (общие итоги) // Зап. / Иркут. обл. краевед. музея.-Иркутск, 1958.- Вып. 1.- С. 17-28.

Сергеева Н.Ф., 1981 Древнейшая металлургия меди юга Восточной Сибири. - Новосибирск: Наука, 1981. -151с.

Указатель археологических памятников Иркутской области: Материалы к Своду памятников истории и культуры Иркутской области. Усольский район - Иркутск. 1991.- 213 с.

Summary

At the given moment six Cisbaikalian sites of the Palaeometal Age are known in which remnants were found representing the records of the copper foundry - clinkers, splashes, foundry moulds, crucibles, nozzles. Only one of this sites - Uglovaya 1 near the Bolshaya Goloustnaya Village is situated immediately on the Baikal coast. The X-ray fluorescence analysis of the metal samples of the casting and splash from Uglovaya 1 demonstrates the 10 percent presence of sulphur. This data implies metal is rather the primary product of copper extraction from the sulphide ore than the result of remelting. High content of sulphur indicates that the metallurgical process was not perfect. The copper production possibly was made without preliminary firing the ore. The presence of a few quantity of (As and Sn) in the copper shows that the copper ore originates from a rare sulphide ore formation containing tin and arsenic.