

Кроме того, химический анализ шлаков позволяет дать оценку вязкости шлаков, которая зависит от температуры и химического состава шлакового расплава (от соотношения кислотных и основных оксидов). Вязкость шлаков, определяющая его текучесть, является одной из основных характеристик металлургического процесса. Для понижения температуры плавления примесей и повышения текучести шлаков в шихту добавлялся флюс. Структура шлаков показывает, что далеко не всегда древним металлургам удавалось достичь эффективных параметров процесса. В настоящее время проводится работа по расчету приблизительных значений вязкости шлака.

В заключение следует отметить, что многофакторный анализ металлургических шлаков позволяет получить представления о способе получения железа даже при отсутствии данных о конструкции железвосстановительного горна.

### Литература

*Снопков С.В.* Железорудная база древней металлургии Прибайкалья. // Геoархеология и архeологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 99–102.

*Снопков С.В.* Использование петрофизических методов в архeологических исследованиях. // Геoархеология и архeологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 50–56.

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

*М.С. Подсохин*

*СОШ № 7, п. Култук, Иркутская область. snopkov\_serg@mail.ru*

### Железвосстановительные горны Тункинской долины (Республика Бурятия)

*(научный руководитель С.В. Снопков)*

С древнейших времен Тункинская долина (Республика Бурятия) являлась местом проживания людей. На территории Тункинской долины встречаются археологические памятники от позднего палеолита – раннего мезолита до времен этнографической современности. Первое упоминание об археологических находках в Тункинской котловине содержится в книге М.М. Геденштрама «Отрывки о Сибири», изданной в 1830 г. Во второй половине XIX в. сведения о древних стоянках появляются в трудах И.С. Полякова, М.П. Пуцилло, П.А. Ровинского, И.Д. Черского, Н.И. Витковского, М.П. Овчинникова, В.И. Подгорбунского, Б.Э. Петри и др. В 1983 г. в долине р. Иркут работала лаборатория археологии и этнографии ИГУ. Начиная с 1984 г. дюнные стоянки на левом берегу Иркутки изучаются архeологами Ю.Н. и В.С. Угольковыми [Угольков и др., 2001].

Интересными архeологическими находками на территории Тункинской долины являются остатки железвосстановительных горнов. В отличие от железных изделий, металлургические шлаки и части горнов остаются на месте получения железа. Изучая распределение шлаков, можно нагляднее составить представление о древней металлургической активности на территории, чем по распределению железных артефактов. Детским центром «Лазурит» п. Култук Иркутской области в течение многих лет проводились краеведческие экспедиции в районе села Тунка, одной из задач которых были поиски и изучение следов металлургической деятельности.

Долгое время следы древней металлургической деятельности в Прибайкалье оставались без должного внимания археологов. Были известны несколько находок следов металлургической деятельности в Приольхонье, на острове Ольхон, реках Ангара, Белая и Куда. Комплексные исследования памятников древней металлургии были начаты в 1997 г. в Приольхонье под руководством профессора ИрННТУ, доктора исторических наук А.В. Харинского. В ходе этих исследований были получены сведения о технологии получения железа, которой пользовались древние жители Прибайкалья в разные исторические периоды [Харинский и др., 2004; Снопков и др., 2012].

С древнейших времен губчатое железо получали путем «прямого» химического восстановления непосредственно из руды. Этот так называемый сыродутный процесс был широко распространен. В Европе он сохранился вплоть до 1850 г., а в Северной Америке – до 1890 г. В наше время сыродутные (кричные) горны еще можно встретить у народов Центральной Африки и в Китае. По типу конструкции горны могли быть ямные, наземные или в виде глиняных сосудов. В качестве топлива для металлургического процесса применялся древесный уголь. Руда укладывалась в горн, имеющий форму большого толстостенного сосуда, выложенного из камней и обмазанного глиной. В горне делались отверстия – сопла для подачи воздуха и для стекания жидкого шлака из горна. Железо, образующееся при восстановлении руды, было загрязнено примесями песка и глинозема. Для их удаления нередко в горн добавляли известняк. При высоких температурах известняк подвергался термическому разложению с образованием оксида кальция и диоксида углерода. Оксид кальция соединялся с примесями, образуя шлаки – силикаты и алюминаты кальция. Шлак выпускался из горна через специальное отверстие, и затем доставалась крица – пористое губчатое железо невысокого качества. Крицу заново нагревали, проковывали (освобождая от остатков шлаков) и использовали для изготовления изделий. На процесс получения железа в сыродутных горнах оказывали влияние многие факторы, в первую очередь, тип руды, топливо, особенности глины, конструкция печи, метод подачи воздуха, способы извлечения шлаков и крицы [Беккерт, 1980].

Несмотря на то, что на территории Тункинской котловины обнаружено большое число древних изделий из железа (наконечников, ножей и др.), а также неоднократно найдены металлургические шлаки, технология получения железа в этом районе является малоизученной [Угольков и др., 2001; Снопков и др., 2005].

В ходе детской экспедиции собирался и изучался подъемный материал, обнаруживаемый на поверхности почвы, в песчаных раздувах и стенках оврагов. Места находок наносились на карту, производилось описание и фотографирование археологического памятника. Описывалась стратиграфия видимых слоев и расположение артефактов. Опоискование территории проводилось с учетом геологических особенностей местности: активная эоловая деятельность, деятельность текучих вод и др. Основное внимание обращалось на материальные следы древней металлургии железа: железосиликатные шлаки, обожженный и спеченный грунт, древесный уголь, руда, изделия из железа и железные отходы. Большое внимание уделялось фрагментам керамики, нахождение которой рядом со шлаками могло бы помочь определить возраст горнов.

При исследовании фрагментов стенок и обмазки горнов обращалось внимание на цвет и структуру. Под действием высокой температуры внутренняя поверхность горна прокаливается и в зависимости от параметров сыродутного процесса приобретает красный (окисленный) или серый (восстановленный) цвет. Местами стенки горна подвергаются оплавлению. Зона наиболее сильного оплавления, как правило, располагалась напротив воздухоудного отверстия.

В результате проведенных исследований детской экспедицией в 4 местах Тункинской котловины были обнаружены следы металлургической деятельности в виде железосиликатных шлаков, кусков обмазки и фрагментов металлических изделий.

Памятник «Зактуй-3» расположен на правом берегу р. Иркут в 500 м от дороги Култук-Аршан. В глубокой протяженной впадине выдувания были обнаружены многочисленные фрагменты металлургических железосиликатных шлаков, фрагменты подковочных гвоздей и подков, один гвоздь с круглой шляпкой, нож, накладная пластина (украшение на сбрую), фрагменты керамики.

По текстуре шлаки пористые стекловатые темного цвета, со следами угля. Края неровные, угловатые. Всего обнаружено 15 крупных (3–5 см) и более 20 мелких (0.3–1) см кусков шлака. Общая масса обнаруженного шлака небольшая – 750 г. 10 крупных фрагментов имеют форму корок с отпечатками стенок горна, из них два обломка имеют большую степень оплавления; 5 обломков относятся к донным шлакам, и в них хорошо видны следы от кусочков древесного угля и заржавленного железа.

Керамика толщиной 5–9 мм, светло- и темно-бурая до черного цвета без орнамента имеет три типа венчиков: округлые, слегка утолщенные; приплюснутые сверху с небольшим выступом наружу; приплюснутые сверху с косыми насечками на внешней стороне у края.

На основании анализа собранного материала, можно сделать вывод, что обнаружено место нахождения железовосстановительного и/или кузнечного горнов (возможно, эти операции производились с помощью одного горна).

Памятник «Шарагун-1» расположен в широкой ложбине на левом берегу р. Иркут в 100 м от реки и 200 м от летника в местности Шарагун. На участке площадью более 200 м, на поверхности песчаной почвы обнаружены мелкие фрагменты пористых железосиликатных шлаков. Часть из них имеют каплеобразную форму, часть – корочки с отпечатком стенки горна. Размеры кусочков и общая масса шлаков (120 г) позволяют предположить, что это преимущественно кузнечные шлаки. Кроме шлаков, обнаружено три небольших фрагмента железных изделий и 21 фрагмент керамики. Керамика толщиной 5–6 мм светло-бурая, темно-бурая до черного без орнамента. Выделено 4 типа венчиков: округлый; утолщенный и приплюснутый сверху; зауженный к краю и слегка выгнутый наружу; слегка сплюснутый сверху с выемками по краю. Обнаруженные артефакты позволяют предположить, что «Шарагун-1» является стоянкой, на которой, наряду с другой деятельностью, проводились кузнечные работы.

Памятник «Баталайка-1» находится в 300 м севернее летника на ручье Баталайка, на левом берегу р. Иркут. Металлургические шлаки и обломки стенок горна обнаружены в глубокой (до 5 м) и протяженной впадине выдувания. Из артефактов обнаружено 8 обломков легких, пористых, темно-серых шлаков сложной формы без видимых включений железа; два куска спеченного песка черного цвета; угловатый осколок спеченной глины темно-серого цвета. Эти находки указывают на то, что в этом месте, возможно, находилась печь (яма) для получения древесного угля, которая не сохранилась до настоящего времени.

Памятник «Шарагун-7» расположен в 1.5 км от летника Шарагун на краю леса. Артефакты металлургического процесса (шлаки, спеченные песок и глина, керамика) были обнаружены на дне глубокого (до 4 м) песчаного раздува на площади около 10 м<sup>2</sup>. Все шлаки можно разделить на 3 типа:

А) светло-серые легкие пористые шлаки, со следами углей, отпечатками стенок горна и застывшие в виде потоков. Предположительно, это боковые шлаки, представляющие самый верхний, легкий (зольный) слой расплава, который растекся по стенкам во время выпуска шлаков из горна.

Б) тяжелые, плотные, с мелкими порами шлаки, с высокой магнитностью, которая свидетельствует о присутствии восстановленного железа. На поверхности шлаков отпечаталась округлая песчаная поверхность горна (вероятно, дна).

В) 1 образец шлака имеет форму «лепешки», облепленной песком, с отпечатками обломков горных пород. Предположительно, этот образец является выпускным шлаком.

Кроме шлаков, были обнаружены крупные черные блоки (до 15–20 см) спеченного песка с большим количеством включений древесного угля. По всей видимости, это обломки стенок горна. Толщина стенок по обнаруженным образцам составляет 4–5 см. Учитывая кривизну поверхности обломков стенок, диаметр горна приблизительно составляет 50–60 см.

Вместе с обломками стенок горна был найден блок спеченной глины угловатой формы. Предположительно, это обломок верхнего перекрытия горна, так как с одной стороны он имеет красноватый (наружная часть, в которой происходило окисление), с другой – темно-серый цвет (внутренняя часть, в которой шло восстановление под действием угарного газа).

Другой интересной находкой являются два фрагмента глиняных воздуховодных трубок. Толщина стенок трубок составляет 1 см, внутренний диаметр 3.5–4 см у одного фрагмента и 2–2.5 см – у другого. К одному из фрагментов трубки припеклись стекловатые шлаки.

Обнаружен также обломок лимонит-гематитовой руды, являющейся результатом химического выветривания, возможно, базальта.

В 2 м южнее скопления шлаков на невысоком песчаном гребне была обнаружена донная часть горна – яма, заполненная песком и древесным углем, диаметром 50 см и глубиной 20 см. Стенки донной части горна слабоспеченные и насыщены углистым веществом.

В 5–6 м западнее горна обнаружено ещё одно скопление артефактов: мелкие обломки шлаков, керамика, фрагменты железных изделий. Несколько небольших обломков легких пузырчатых шлаков характеризуются каплеобразной формой и, вероятно, являются кузнечными шлаками. Из железных изделий обнаружены фрагменты 4 подковочных гвоздей и шила, один большой подковочный гвоздь; 5 фрагментов керамики относятся к сосуду с толщиной стенок около 5 мм, с приплюснутым венчиком с выступом наружу и небольшим утолщением на внешней стороне сосуда на 1 см ниже края.

В 30 м восточнее горна на крутом склоне песчаного раздува были обнаружены остатки ямы для отжига древесного угля. Воронкообразная овальная яма глубиной около 1 м имеет размеры 1.5 × 2.5 м и заполнена песком с углистым материалом. Стенки ямы имеют слабый провал на глубину 5–7 см.

Анализ материалов позволил сделать первичную реконструкцию технологического процесса. Древние жители Тункинской котловины для получения железа использовали сыродутный горн в виде цилиндрической камеры, которую выкапывали в песке вблизи склона песчаного раздува. Диаметр ямы составлял 50–60 см, а глубина – до 80–90 см. В стенке горна проделывались отверстия, в которые устанавливались глиняные воздуховодные трубки. Горн заполнялся древесным углем с измельченной рудой. Разводился огонь, и выход горна закрывался глиняной «крышкой». Через воздуховодные трубки нагнетался воздух, усиливающий процесс горения и восстановления железа. После окончания процесса, стенка горна проламывалась, жидкие шлаки выпускались, и доставалась крица, которая затем отколачивалась и проковывалась.

Стенки горна, в отличие от известных горнов Прибайкалья, не облицовывались глиной, а прочность стенок, возможно, обеспечивалась пропиткой стенок рабочей камеры «смолистым» составом. При выгорании пропитка «цементировала» песок, придавая ему определенную прочность.

Древесный уголь получали в небольших (1.5–2.5 м в диаметре и 1 м глубиной) ямах при отжиге древесины. Возможно, близость леса (а, следовательно, возможность получения древесного угля) была основным критерием для выбора места сооружения горна. Железные руды в центральной части Тункинской котловины не обнаружены, поэтому их скорее всего привозили издалека. Возможно также, что обработку крицы, извлеченной из горна, и изготовление изделий производили в другом месте.

Возраст памятников, определяемый по характеру сопутствующих артефактов (керамика, фрагменты железных изделий и др.), предположительно относится к периоду от средневековья до начала XX в.

В заключение следует отметить, что в результате детской краеведческой экспедиции были обнаружены ранее неизвестные памятники древней металлургии железа. Археологический материал памятников представлен шлаками, фрагментами железных изделий, керамикой и др.

### Литература

*Беккерт М.* Мир металла. М.: Мир, 1980. 152 с.

*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: ИрГТУ, 2005. С. 313–317.

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

*Угольков Ю.Н., Уголькова В.С.* Древности Тункинской котловины. Кемерово: ООО «Сириус», 2001. 232 с.

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

*Л.Ю. Петрова*

*Центр археологических исследований, г. Челябинск,  
L-petrova@yandex.ru*

### Металлургический комплекс поселения поздней бронзы Архангельский Прииск II (Южный Урал)

Цель данной работы – представить данные, связанные с различными видами металлургической деятельности многослойного поселения эпохи бронзы Архангельский Прииск II.

Памятник расположен в Чесменском районе Челябинской области в ландшафтной зоне, пограничной между степью и лесостепью. В истории поселения выделяются два основных периода, связанных с носителями алакульской и межовской культурных традиций. Помимо распространенного для поселенческих памятников набора артефактов, в коллекции присутствует широкий спектр находок, связанных с металлургическим производством: шлаки и ош-