

## ЧАСТЬ 7. АРХЕОМЕТАЛЛУРГИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

*С.А. Григорьев*

*S.A. Grigoriev*

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

### Металлургические печи у колодцев Урало-Иртышского междуречья

#### Furnaces near wells in the Ural-Irtysh interfluve

Одной из сложных проблем археометаллургии является выявление металлургических печей, и часто это основывается на обнаружении прокалов и шлака, которые могли попасть в печь случайно. В этом вопросе следует руководствоваться несколькими принципами: реконструкция характера функционирования объекта и соответствие его реконструируемым аналитически физико-химическим процессам и технологиям плавки руды, наличие металлургических остатков, а также аналогов в иных культурах. Этот подход был применен к 128 теплотехническим сооружениям поселения Аркаим, которые были разделены на 8 типов. Выяснилось, что некоторые типы (печи-камины и длинные печи) использовались, преимущественно, для отопления (но использование для иных нужд не исключено); очаги и печи с дымоходами и без них, стоящие отдельно, могли служить для отопления и иных нужд; печи-каменки служили для операций, в которых необходимо долго поддерживать температуру; функция печей ямного типа осталась невыясненной. Единственным типом, который надежно связан с выплавкой руды, является печь, пристроенная к колодцам, с горизонтальным дымоходом или без него. Этот тип распространился затем в алакульской среде и в эпоху финального бронзового века.

One of the major problems of archaeometallurgy is identification of furnaces, and very often it is based on the presence of burnt soil and slag, which could appear there accidentally. However, it is necessary to follow several principles: reconstructing the functioning of the object and correspondence of this reconstruction to smelting processes reconstructed from analyses, presence of metallurgical residuals and analogies in other cultures. This approach was applied to 128 objects of the Arkaim settlement, divided into 8 types. As a result, it has been found out, that some types (long ovens, ovens near walls) had been used for heating (use for other domestic needs is not excluded); fireplaces and ovens with/without chimney had been used for heating and other domestic needs; ovens filled with small stones had served for some operations required high temperature during a long time; functions of ovens in pit has remained unclear. The only type that has been reliably connected with ore smelting is furnace attached to the well, with/without a horizontal chimney. Later this type became typical of Alakul culture and the Final Bronze Age.

Особенностью металлургии Евразии бронзового века было то, что выплавка руды, как правило, осуществлялась на поселениях, и чаще в жилых постройках, что затрудняет надежную идентификацию теплотехнических сооружений, в которых плавил руду, если речь не идет о совсем очевидных случаях. Обычно обнаружение внутри или даже рядом с каким-то прокаленным сооружением шлака приводит к выводу, что это металлургическая печь. В отдельных случаях в качестве аргумента используется даже обнаружение древесного угля. Иногда возникает стойкая историографическая традиция, когда эту функцию приписывают сооружениям, которые по своим параметрам были не в

**Типы печей поселения Аркаим, их расположение  
и связь с металлургическими остатками**

Тип печи 1 – хозяйственная		Зона расположения			Находки внутри и рядом*	
		2 – жилая	3 – дворик	1 группа	2 группа	
1	Печи у колодцев	31			8+6*	2+1*
2	Печи с дымоходом вне колодца	3				
3	Длинные печи	5	6		1+1*	1*
4	Ямные печи	11	1		2+2*	1*
5	Печи-камины	19	10	2	3+3*	2
6	Очаги и печи			10		
7	Каменки	9			2+3*	4*
8	Очаги и печи	7	14		3*	3*

*Примечание:* группа 1 – возможная связь с плавкой руды, группа 2 – возможная связь с металлообработкой.

силах исполнять эту роль. Но на поселениях и в жилищах более типичны обычные печи для отопления и иных нужд, некоторые сооружения могли использоваться лишь для металлообработки. Есть много случаев, когда в какой-то объект попадает вещь, к этому объекту отношения не имеющая, например, шлак. Задачей работы является описание принципов выделения металлургических печей. Важными в данном случае являются следующие методические требования: 1) понимание характера объекта и принципов его функционирования, которые не должны противоречить физико-химическим особенностям выплавки руд; 2) естественно-научные анализы материала, которые это подтверждают; 3) наличие аналогичных конструкций в иных культурах или на иных памятниках; 4) характер распределения находок, связанных с металлургическим производством, относительно тех или иных объектов.

Прекрасную возможность для этого предоставляют теплотехнические сооружения поселения Аркаим, где в 28 раскопанных жилищах было выявлено 128 теплотехнических сооружений, отнесенных к 8 типам (табл., рис.) [Григорьев и др., 2022]. Тип 1 (31 ед.) представлен круглыми или овальными печами размером 60–130 см, пристроенными к колодцам, откуда осуществлялось нагнетание в печь воздуха. Некоторые из этих конструкций имели горизонтальный дымоход. В некоторых случаях сохранилась часть купола перекрытия, но он был во всех случаях, поскольку иначе воздух из колодца не мог бы попадать в печь. К этим объектам близки стоящие на удалении от колодцев печи с дымоходом типа 2 (3 ед.) и наземные очаги и печи типа 8 (21 ед.). В случае с типом 2, даже если не сохраняется верхняя конструкция, ее можно предполагать по наличию дымохода, куда воздух не может попадать из открытого очага. В случае типа 8, если верхняя часть конструкции не сохранилась, уже сложно утверждать, что это печи, а не открытые очаги, поэтому они объединены в одну группу. Тип 3, длинные печи (11 ед.) представлены канавками или наземными конструкциями длиной 150–230 см и шириной 40–80 см. В сущности, это модификация печей с дымоходами с редуцированной в разной степени огневой камерой. Печи ямного типа 4 (12 ед.) имеют под, углубленный на 25–90 см и размеры обычно 60–130 см. Печи-камины типа 5 (32 ед.) реконструируются с трудом, поскольку представлены развалами, а топочное отделение у них часто располагалось достаточно высоко. Они локализируются у стен жилищ или на входе в

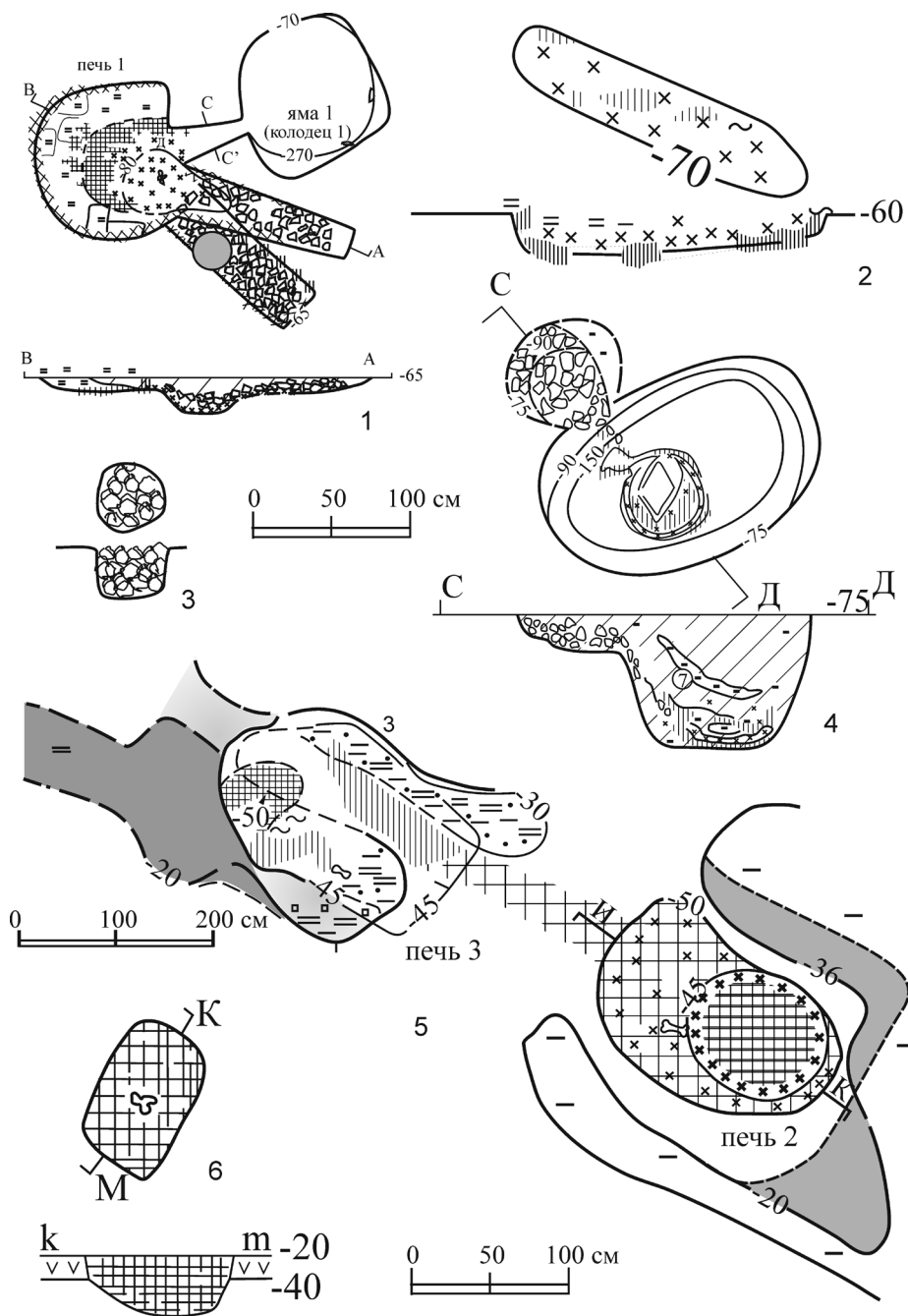


Рис. Печи пос. Аркаим: 1 – печь у колодца, жил. 1–3, печь 1; 2 – длинная печь, жил. 1–4, печь 3; 3 – печь-каменка, жил. 2–10, выкладка (угл. 2); 4 – ямная печь, жил. 2–16, яма 2а; 5 – камины, жил. 2–6, печи 2 и 3; 6 – печь во дворике, жил. 2–3.

постройку, создавая во входе пробку горячего воздуха. Расположение некоторых из них во двориках позволяет предполагать, что последние были иногда перекрыты. Тип 6 представлен очагами и печами во двориках (10 ед.), и функционально они близки, по-видимому, печам-каминам с идентичным расположением. Наконец, последний тип 7 представлен небольшими очагами, плотно заполненными камнем (9 ед.).

Из многочисленных аналитических данных известно, что синташтинское население использовало окисленные руды, иногда с примесью вторичных сульфидов. При этом достигались температуры в пределах 1200–1300 °С и атмосфера выплавки была восстановительной [Григорьев, 2013, с. 116, 160–163 и др.]. Оптимальными для выплавки окисленной руды были конструкции, пристроенные к колодцу. В них воздух в достаточных количествах и без большого давления поступал в печь из колодца, создавая условия для формирования восстановительной атмосферы. Необходимая в центре печи высокая температура достигалась дополнительным дутьем из воздуходувных мехов. В принципе, достичь этих условий можно было и в печах типов 2 и 8, особенно при наличии примеси вторичных сульфидов, но это было уже сложнее. В длинных печах типа 3 было несложно достигнуть восстановительной атмосферы благодаря длинной реакционной зоне, но сохранять при этом высокую температуру на всем протяжении было невозможно. В печах ямного типа 4, кроме одной большого размера, было возможно плавить руду, хотя это было и менее удобно, чем в наземных конструкциях. Печи-камины были для выплавки руды не приспособлены. Огневая камера во многих из них располагалась высоко, и в некоторых фиксируется достаточно широкое устье, открытое к помещению или входу в жилище. Вероятно, то же можно сказать и об очагах и печах во двориках, хотя в данном случае потенциальная возможность каких-то операций сохраняется. Небольшие очаги-каменки имели слишком малые размеры для использования в металлургическом производстве. Тем самым, для выплавки руды идеальными были конструкции типа 1, но они могли использоваться и для многих иных хозяйственно-бытовых нужд. Наличие у ряда этих печей дымоходов, помимо функции удаления отработанных газов, указывает на отопительную функцию. Проходя по горизонтальной части дымохода газы остывали, обогревая помещение, и остыв, удалялись через вертикальную часть. Поэтому, в целом, это была идеальная многофункциональная конструкция. Длинные печи стали развитием этой традиции, и главная их функция была отопительная, как и печей-каминов, и, по меньшей мере, части очагов и печей во двориках, если они были перекрыты. Однако каминны могли также служить для приготовления пищи и для обжига керамики, в силу того, что некоторые из них имели достаточно большую огневую камеру. Функцию очагов-каменок определить сложно. Их дизайн был направлен на то, чтобы поддерживать относительно высокую температуру в течение длительного времени, что оптимально для отопления, но их размеры для обогрева синташтинских домов, чья площадь колебалась ок. 100 м<sup>2</sup>, слишком незначительны.

Вторым важным признаком, который можно использовать при определении функции теплотехнического сооружения, является его расположение в пределах постройки. Синташтинские жилища имеют вытянутую прямоугольную форму со входом в торцевой части, обращенной внутрь поселения. В них можно выделить три зоны. Перед входом располагается небольшой дворик (зона 3). Внутренняя часть жилища делится колодцем на две части. Две трети приходится на жилую зону (2), начинающуюся от входа, и треть на хозяйственную зону (1) за колодцем в задней части жилища. Все без исключения конструкции типов 1 и 2, и подавляющее большинство ямного типа 4 располагаются в зоне 1 (табл.). Длинные печи типа 3 равномерно распределены в зонах 1

и 2, при этом в зоне 2 они всегда вытянуты вдоль центрального прохода, и не встречаются в боковых нефях, где располагались спальные помещения. Каминьы расположены в хозяйственной зоне 1 либо у стен, либо по углам, а в жилой зоне 2 исключительно по углам у входа, и никогда в спальнях помещениях. В одном жилище они были выявлены по углам в небольшом двореке, но вероятнее он был перекрыт и служил тамбуром. Все печи-каменки расположены в зоне 1, что является дополнительным свидетельством того, что отопительной функции они не имели, и служили для каких-то хозяйственно-бытовых нужд. Наземные очаги и печи равномерно распределены по зонам 1 и 2. Все это показывает, что каминьы и длинные печи действительно служили для отопления, а остальные типы для хозяйственных целей.

Более точно функцию помогает определить характер распределения находок. Наиболее сложным является разделение печей, использовавшихся для плавки руды и для металлообработки. При этом отдельные находки не могут являться надежным признаком, так как могли попасть в район печи случайно. Поэтому находки были разделены на две группы: 1) остатки, которые можно с высокой долей вероятности связать с выплавкой руды (куски шлака, руды, капли металла, воздуходувные сопла); 2) остатки, которые могут отражать подготовку руды, литьё и ковку металла (каменные орудия, фрагменты литейных форм). В печах, пристроенных к колодцам типа 1 и рядом с ними, были обнаружены в достаточном количестве находки обеих групп, но преимущественно группы 1 (см. табл.). Поэтому данные печи явно служили для выплавки руды, но могли использоваться и при переплавке металла. В печах типа 2 с дымоходами, стоявших изолированно, подобных находок не выявлено. В длинных печах типа 3 находки этих типов единичны, но изредка они встречаются рядом: это два случая находок группы 1 и два – группы 2. Следовательно, речь может идти либо о случайном их попадании в этот контекст, либо о крайне редком использовании в металлургических целях. В контексте печей ямного типа 4, печей-каминьов и каменок изредка встречены находки обеих групп. В контексте очагов и печей во двореках, находки, связанные с металлургией, не выявлены.

Таким образом, на основании всех вышеизложенных фактов можно совершенно однозначно утверждать, что для выплавки руды в синташтинских жилищах использовались печи, пристроенные к колодцам, хотя они могли использоваться и для металлообработки и иных хозяйственных нужд. Длинные печи и каминьы были специализированными отопительными сооружениями. Печи с дымоходами, не соединенные с колодцами, использовались, скорее всего, для приготовления пищи и отопления. Каменки служили для каких-то производственных целей, связанных с необходимостью долгого поддержания температуры. Назначение печей ямного типа остается неясным, а печи и очаги во двореках и в помещениях могли служить для самых разнообразных нужд.

Печи, пристроенные к колодцам, являются важной инновацией синташтинского времени, они не известны в предшествующих культурах, но типичны для многих синташтинских памятников [Григорьев, 2013, с. 103, табл. 3–4]. Уникальность их в том, что их можно было использовать для разных нужд, в случае наличия дымохода и для эффективного отопления жилища, а для выплавки окисленных руд более подходящую конструкцию было сложно придумать. Помимо функциональных характеристик, они удовлетворяют двум иным признакам металлургических печей, указанным выше: локализации в хозяйственной части и находкам, выявленным в их контексте.

Третьим возможным признаком является наличие подобных печей в иных культурах, и они эпизодически встречаются в последующее алакульское и саргаринское

время. Печи у колодцев, но без дымохода были встречены в алакульских жилищах поселения Мочище [Григорьев и др., 2018, с. 21, 23, 42–44, 78–80]. В степном Зауралье на поселении Атамановка V выявлены печи у колодцев с дымоходами, которые датируются срубно-алакульским временем и эпохой финальной бронзы [Малютина, Петрова, 2009]. Тем самым, в Зауралье это оказалось достаточно устойчивой традицией в течение последующего периода позднего бронзового века, но ареал распространения этого типа шире. Печь у колодца обнаружена на саргаринском поселении Новошувльбинское на Алтае, хотя она и была интерпретирована в качестве печи шахтного типа, по аналогии с печами на поселении Атасу [Ситников, 2006, с. 150]. Проблема в том, что когда-то печи у колодцев диаметром от 1.2 до 3.3 м и глубиной от 0.7 до 2 м с горизонтальными дымоходами, были выявлены в Центральном Казахстане на поселениях Атасу и Мыржик. В них были обнаружены прокалы, воздухопроводные каналы вдоль стенок, шлак, руда, и они были интерпретированы в качестве шахтных печей огромного размера [Кадырбаев 1983; Кадырбаев, Курманкулов, 1992]. Новая серия подобных печей была выявлена на поселении Талдысай, где были проведены также экспериментальные исследования, как будто подтвердившие возможность плавки руды в подобных сооружениях [Ермолаева, Ержанова, 2013]. Как правило, они интерпретируются в качестве сооружений для обжига или выплавки сульфидных руд [Ермолаева, Ержанова, 2013, с. 169], хотя есть гипотеза и об их использовании лишь для обжига руд этого типа с реконструкцией серии последующих сложных операций [Ткачев, Богданов, 2022], которые совершенно бессмысленны с технологической точки зрения. Однако при этих операциях образовывались бы интенсивные прокалы по стенкам, а они присутствуют лишь изредка, и сформировались при низких температурах (450 °С). При этом в одной из «шахтных печей» с прокаленной обмазкой выявлена деревянная оплетка в нижней части шахты, указывающая на то, что это был колодец. Использование печей такого огромного размера было невозможно и в силу сложностей с обеспечением их воздухом. Имеющиеся воздухопроводные каналы играли временную роль при обжиге обмазки колодца. Дымоходы на Атасу достигали иногда 18 м и были избыточны. Вероятно, это развитие прежней синташтинской идеи использования дымохода и в качестве отопительного сооружения. При этом возле некоторых шахт выявлены печи небольшого размера. Тем самым, эти конструкции отражают распространение синташтинской традиции печей у колодцев в алакульскую среду на востоке [Григорьев, 2022]. И мы имеем последний необходимый признак для идентификации этих конструкций в качестве металлургических печей, наличие аналогичных сооружений в иных культурах. Очень вероятно, что многие иные сооружения этого типа не выявлены или неверно интерпретированы. В частности, многие колодцы на поселениях бронзового века не исследованы на полную глубину и рассматриваются как хозяйственные ямы или печи. Кроме того, после подмыва стенок колодцев они засыпались (часто материковым грунтом), и их края с реальными печами проседали или осыпались. Поэтому данная конструкция была, по-видимому, достаточно широко распространена в бронзовом веке Урало-Иртышского междуречья, в первую очередь, благодаря своей эффективности и многофункциональности.

## Литература

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

Григорьев С.А. О «металлургических печах шахтного типа» в бронзовом веке Казахстана // Археология Казахстана. 2022. № 4. С. 58–72

*Григорьев С.А., Зданович Г.Б., Малютина Т.С.* Теплотехнические сооружения и металлургические комплексы поселения Аркаим // Аркаим. Археология укрепленных поселений: монография: в 2 кн. Кн. 2: Фортификации и общественное пространство / Г. Б. Зданович, Т.С. Малютина, Д. Г. Зданович. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2022. С. 275–299.

*Григорьев С.А., Петрова Л.Ю., Пleshанов М.Л., Гуцина Е.В., Васина Ю.В.* Поселение Мочище и андроновская проблема. Челябинск: Цицеро, 2018. 398 с.

*Ермолаева А.С., Ержанова А.Е.* Характеристика раскопанных объектов нижнего слоя поселения Талдысай. Жилищно-производственные комплексы // Артюхова О.А., Курманкулов Ж., Ермолаева А.С., Ержанова А.Е. Комплекс памятников в урочище Талдысай. Т. 1. Алматы: ИА КН МОН РК, 2013. С. 135–176.

*Кадырбаев М.К.* Шестилетние работы на Атасу // Бронзовый век степной полосы Урало-Иртышского междуречья. Челябинск: ЧелГУ, 1983. С. 134–142.

*Курманкулов Ж., Ержанова А.Е.* Поселения древних металлургов в исследованиях Центрально-Казахстанской археологической экспедиции // Артюхова О.А., Курманкулов Ж., Ермолаева А.С., Ержанова А.Е. Комплекс памятников в урочище Талдысай. Т. 1. Алматы: ИА КН МОН РК, 2013. С. 120–134.

*Малютина Т.С.* Поселение Атамановка V – многослойный памятник эпохи бронзы Южного Зауралья // УАВ. 2009. Вып. 9. С. 49–71.

*Ситников С.М.* К вопросу о горном деле и металлургическом производстве саргаринско-алексеевского населения Алтая // Алтай в системе металлургических провинций бронзового века. Барнаул: АГУ, 2006. С. 150–157.

*Ткачев В.В., Богданов С.В.* Назначение шахтных печей Западноазиатской Металлургической Провинции // Уральский исторический вестник. 2022. № 4 (77). С. 41–54.

***И.А. Файзуллин<sup>1</sup>, М.Н. Анкушев<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>2</sup>, Д.А. Артемьев<sup>2</sup>***  
***I.A. Faizullin, M.N. Ankushev, I.A. Blinov, D.A. Artemyev***

*<sup>1</sup>Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург,  
ildar-1988@mail.ru*

*<sup>2</sup>Институт минералогии ЮУ ФНЦ МуГ УрО РАН, г. Миасс*

## **Металлургические шлаки и металлические изделия на Покровском поселении позднего бронзового века в Оренбургском Предуралье**

### **Metallurgical slags and metal items at the Late Bronze Age settlement Pokrovskoe in the Orenburg Cis-Urals**

Рассмотрены металлургические шлаки и металлические изделия однослойного поселения срубной культуры Покровское. Состав 16 образцов шлаков изучен методами РФА, оптической микроскопии, СЭМ-ЭДА и ЛА-ИСП-МС. Образцы имеют идентичный состав и относятся к стекловатому сульфидсодержащему минералогическому типу. В шлаках выявлен ряд минералогическо-геохимических маркеров, свидетельствующих об использовании халькозин-ковеллиновых руд медистых песчаников Каргалинского рудного поля. Сходство минералогии и химического состава шлаков Покровского поселения с ранее изученными образцами шлаков Южного Предуралья свидетельствует об устойчивой технологии выплавки металла на поселениях срубной культуры.

We considered metallurgical slags and metal items of the one-layer settlement of Pokrovskoe belonging to the Srubna culture. The composition of 16 slag samples was studied by XRF, optical