

A.P. Borodovski

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk, Russia

**ARCHAEOLOGICAL EXAMINATION OF THE LEFT BANK
OF THE URTEMKA RIVER MOUTH
(the Kozhevnikovskiy district of the Tomsk region)**

The article is devoted to a review of the archaeological survey results of the left bank of the Urtamka River mouth (the Kozhevnikovskiy District of the Tomsk Oblast). The purpose of the research was to localize the station of the Urtam ostrog, marked on the map of 1701 by S.U. Remezov, located on the left bank of the Urtamka River. The survey of this territory made it possible to detect an elevated area (Urtamskoe-II), fenced on three sides by a sub-square ditch 2 m wide and 0.4 m deep. The total dimension of the fence was 200 m, which formally correlates with the perimeter of the Urtam ostrog, indicated in a written source of the late 17th century (1687). However, the archaeological study of the ditch section and the inner fenced area of the newly identified fortified settlement Urtamskoe-II did not reveal the cross-section of the ditch and the foundations of the log wall that are characteristic for the Early New Time. Such results complicate their connection with the Urtam ostrog. In addition, the osteological materials and fragments of the rims of ceramic vessels from the Irmen culture (Late Bronze Age) were found in the cultural layer of the discovered settlement. It should be noted that for the territories occupied by several archaeologically investigated ostroms (Tomskiy, Umrevinskiy, Sayanskiy, etc.), the facts of the discovery of the earlier archaeological materials are quite typical. However, the ditch fence of the sub-square outlines of the residential area of the fortified settlement Urtamskoe-II significantly distinguishes it from the nearest Irmen settlement of the Baturino-1. Fencing with a "П" shaped moat are more typical for the settlements of the late Middle Ages on the territory of neighboring Baraba (Tyumenka, Chinyaikha). In general, the archaeological research carried out reflected the general tendency which is the complexity of localizing the ostrog as an archaeological site.

Keywords: archaeological exploration, Upper Ob region, ancient settlements, settlements, ostrog

DOI: 10.14258/2411-1503.2021.27.25

УДК 902(571.151)

Е.В. Водясов, О.В. Зайцева

Томский государственный университет, Томск, Россия

**ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗОПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ
ГОРНОГО АЛТАЯ: ПРОБЛЕМА ГЕНЕЗИСА И ХРОНОЛОГИИ**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
(проект №18-78-10076)

В статье рассмотрена проблема появления в Горном Алтае прямоугольных коробчатых печей, являвшихся для своего времени крупнейшими железоплавильными сооружениями Сибири и Центральной Азии. Проведенные археоло-

гические работы в 2018–2020 гг. вкпе с полученной серией радиоуглеродных дат позволили установить, что печи этого типа появились в Юго-Восточном Алтае не в эпоху Тюркских каганатов, как считалось ранее, а в предшествующее время – в пределах III–V вв. н.э. В статье обсуждается устройство и производительность коробчатых печей. Высказана гипотеза о том, что прототипом крупных прямоугольных коробчатых печей могли служить похожие по форме хуннские гончарные печи, синхронность которых установлена по радиоуглеродным датам. Внезапное исчезновение прямоугольных печей коробчатого типа на Алтае в VII–VIII вв. и такое же внезапное появление аналогичных печей в Японии объясняется возможной миграцией носителей металлургических традиций в эпоху Второго Восточно-тюркского каганата.

Ключевые слова: археометаллургия, железоплавильные печи, Горный Алтай, хуннуско-сяньбийское время

Введение

Прямоугольные коробчатые железоплавильные печи с множеством отверстий для подачи воздуха были широко распространены в эпоху Средневековья на огромных просторах Азии (Южная Сибирь, Япония, Камбоджа). Пожалуй, самой известной среди этих печей является японская татара печь, в которой традиционно производили сталь для самурайских мечей. Плавильные технологии в японской печи часто назывались уникальным способом производства железа, однако Джиллиан Джулеф, проанализировав распространение этих печей в Южной и Юго-Восточной Азии, пришла к важному выводу о том, что японские технологии являются не уникальной традицией Японского архипелага, а частью намного большей паназиатской традиции использования прямоугольных печей [Jullef, 2009].

К сожалению, при анализе различными учеными прямоугольных коробчатых печей в разных уголках Азии [Jullef, 2009; Hendrickson et al., 2019], а также при поиске надежных аналогий печам этого типа археологические материалы Горного Алтая никогда не использовались. Хотя именно в этом регионе прямоугольные коробчатые печи составляли основу черной металлургии в I тыс. н.э. Н.М. Зиняков назвал их печами кош-агачского типа и был первым, кто активно исследовал металлургию железа в Горном Алтае в 1976–1979 гг. Он датировал кош-агачские печи VI–X вв. н.э., связывая эту технологию с пришлыми древнетюркскими традициями времен формирования Первого Тюркского каганата [Зиняков, 1988]. Несмотря на то что открытые в конце 1970-х гг. плавильные печи имели уникальную сохранность и являлись крупнейшими железоплавильными сооружениями I тыс. н.э. для всей Северной и Центральной Азии, их дальнейшее изучение по непонятным причинам было прервано почти на 40 лет.

В 2018 г. мы решили возобновить исследование алтайских печей коробчатого типа на стоянке Куяхтанар, расположенной в Кош-Агачском районе Республики Алтай. Проведенные исследования позволили

по-новому реконструировать многие детали алтайских прямоугольных печей, уточнить предложенную ранее датировку и с новой позиции взглянуть на проблему распространения коробчатых печей в Азиатском регионе. Результаты раскопок подробно опубликованы в отдельной статье [Vodyasov et al., 2020]. Также всем желающим доступны трехмерные модели конструкции печи и шлаковой ямы, выложенные в открытый доступ на платформе Sketchfab: модель наземной части печи (<https://skfb.ly/6PUp7>), модель подземной части печи (<https://skfb.ly/6PUpr>) и модель раскопанной печи, шлаковой ямы и соединяющего их канала (<https://skfb.ly/6PUpt>).

Устройство печей кош-агачского типа

Сегодня на Алтае раскопками изучено 16 прямоугольных печей [Зиняков, 1988; Vodyasov et al., 2020], все они расположены в Кош-Агачском районе, благодаря чему и получили свое название. В целом для печей этого типа характерны следующие черты.

1. Все печи соорудились на склонах речных террас для удобного выпуска жидкого шлака.

2. Печи имели прямоугольную форму приблизительного размера 2×1 м. Наземная часть сооружалась из глиняных стен толщиной около 0,35 м и высотой до 1 м. На каждой продольной стене плавильщики делали от восьми до 12 отверстий для равномерной подачи воздуха по всей площади плавильной камеры.

3. Вдоль вытянутых сторон печей выкапывался небольшой котлован для установки воздуходувных устройств. Меха не сохранились, но, судя по форме печей, вероятно, в древности использовались меха коробчатого типа.

4. Подземная часть прямоугольной формы обкладывалась каменными плитами высотой до 1 м. Реконструируемая высота плавильной камеры достигала 2 м. По этим параметрам кош-агачские печи являлись крупнейшими железоплавильными сооружениями своего времени для Северной и Центральной Азии.

5. На дне печей находился шлаковый блок весом около 350 кг (такое количество шлака формировалось за одну плавку).

6. Печи имели шлаковые ямы приблизительного размера 5×3 м, вырытые в склоне террас. Для выпуска жидкого шлака в яму сооружались каналы, обложенные плитами.

7. Печи были многоразового использования. На разных памятниках Алтая зафиксировано от трех до семи плавок в одной печи.

8. Для печей характерно отсутствие глиняных сопел.

9. Рядом со всеми печами отсутствует культурный поселенческий слой, что указывает либо на кочевой образ жизни плавильщиков, либо на то, что производственные площадки были вынесены за пределы поселений.

Как демонстрируют археологические данные, печи кош-агачского типа имеют одинаковое устройство и повторяют друг друга вплоть до мелочей. Возникает даже ощущение, что эти печи соорудились по определенному шаблону – настолько точно они воспроизводят друг друга. Что не менее важно, никакого эволюционного развития этого типа печей на Алтае мы не видим. Эта технология появилась здесь внезапно и в уже в готовом виде.

Анализ металлургической продуктивности

За одну плавку в прямоугольных печах кош-агачского типа образовывалось около 350 кг шлакового блока на дне горна, что неоднократно зафиксировано в ходе раскопок [Зиняков, 1988; Vodyasov et al., 2020]. При этом установлено, что печи были многоразовыми. Так, при раскопках железоплавильной печи №4 на стоянке Куяхтанар на дне горна нами найдено 350 кг шлака, еще 750 кг шлака обнаружено в предгорновой яме. Трехкратные подмазки глиной на внутренних стенках печи, а также три слоя золы и шлака в разрезе предгорновой ямы вкупе с весом всех шлаков позволяют говорить о трех плавках железной руды, каждая из которых давала около 350 кг шлакового блока.

В ходе многочисленных экспериментальных исследований установлено, что вес горнового шлака может составлять от 30% до 50% от веса загружаемой руды [Serneels, Crew, 1997; Crew, 2013], а наилучшее соотношение веса руды к весу древесного угля составляет примерно 1:1,5. Следовательно, для образования такого количества шлака древние плавильщики должны были переплавить около 900 кг обожженной руды за одну плавку и израсходовать около 1350 кг древесного угля.

Этнографические материалы по традиционной сибирской металлургии показывают, что у разных народов Западной и Восточной Сибири выход крицы от общего веса руды составлял около 20% [Vodyasov, 2018]. Археологические эксперименты дают похожие результаты [Paynter, Blakelock, Natton, 2012]. Таким образом, приблизительный вес крицы, производимой за один цикл, составлял 180 кг.

Однако при реконструкции металлургической производительности важно помнить, что «сырая» крица теряет значительное количество веса во время многоэтапных кузнечных проковок. Наиболее ярко это демонстрирует один из экспериментов, проведенный Питером и Сюзанной Крю в 2001 г. В процессе переплавки 12 кг руды ученые получили 2,4 кг «сырой» крицы, однако после многочисленных проковок вес готовой железной заготовки уменьшился до 257 г [Paynter, Blakelock, Natton, 2012]. Таким образом, вес готовой железной заготовки может сократиться до 10 раз от веса «сырой» крицы. Хотя нужно учитывать, что древние мастера были значительно опытнее современных археологов-экспериментаторов, поэтому сокращение веса крицы в 10 раз следует рассматривать как максимальный показатель.

Приведенные данные позволяют рассчитать, что металлурги на стоянке Куяктанар получили в железоплавильной печи №4 *минимум* 54 кг готового железа. Сегодня в Горном Алтае раскопано 16 печей кош-агачского типа, в которых провели 35 плавков [Vodyasov et al., 2020], что способно было дать около 6,5 т железных криц, из которых вышло минимум 630 кг готового железа.

Как сообщают средневековые арабские источники, средний вес наконечника стрелы равнялся 7 г [Коробейников, 2008]. Таким образом, полученной продукции из 16 печей хватило бы на изготовление более 100 000 наконечников стрел, что говорит об очень высокой металлургической продуктивности кош-агачских печей в масштабах древних производств железа. Мы также должны помнить, что металлургия железа в Горном Алтае изучена крайне слабо и неравномерно, поэтому реальная производительность была на порядки выше приводимых расчетов.

Не менее интересна реконструкция трудозатрат, связанная с добычей древесного угля. Для производства 6,5 т криц нужно было переплавить около 16 т руды и 24 т древесного угля. Археологические раскопки стоянки Куяктанар показали, что для плавки использовались лиственницы средним диаметром около 5 см. Часть из них прекрасно сохранилась внутри шлакового блока *in situ* [Vodyasov et al., 2020]. По современным данным, выход угля с 1 куб. м древесины лиственницы составляет около 160 кг, т.е. для производства 24 т угля нужно заготовить 150 куб. м сырой лиственницы общим весом около 140 т. Если взять за единицу ствол лиственницы диаметром 5 см, высотой 5 м и соответственно весом 10 кг, то для производства такого количества угля необходимо было срубить около 14 000 деревьев.

Приводимые расчеты, пусть и приблизительные, демонстрируют, что металлургия железа в Горном Алтае требовала огромных ресурсов и трудозатрат и приводила к серьезным изменениям природных ландшафтов. Кош-агачские печи являлись одними из самых продуктивных железоплавильных сооружений в древнем мире и самыми крупными во всей Сибири. Такие объемы производимого железа вряд ли можно объяснить собственными нуждами древнего населения. Наиболее вероятно, что древние плавильщики Алтая снабжали металлом различные политические центры Степного пояса Евразии. По крайней мере, известно, что в начале VI в. н.э. тюрки плавил железо для Жужаньского каганата, являясь его данниками [Бичурин, 1950]. Нельзя исключать и производство железа для торговли и обмена. В 568 г. посланник Византии Земарх отправился в Тюркский каганат для установления дружеских отношений между государствами и описывал, что тюрки пытались продать ему крицы и «хвастались тем, что на их землях есть железо» [Жданович, 2014].

Хронология и происхождение печей кош-агачского типа

Н.М. Зиняков [1988] считал, что печи кош-агачского типа существовали в VI–X вв., и объяснял их появление на Алтае миграциями древних тюркских коллективов и образованием в 552 г. Первого Тюркского каганата. Согласно китайским письменным источникам, древние тюрки были умелыми металлургами и до образования Первого Тюркского каганата находились в зависимости от Жужаньского каганата, выплачивая ему дань железом [Wensuo, 2016; Мураками и др., 2019]. Данные китайских записей стали основой для датировки Н.М. Зиняковым печей VI–X вв. Радиоуглеродного датирования проведено не было, а культурный слой с археологическими находками, как было сказано выше, рядом с печами отсутствует. Все это серьезно усложняло хронологическую атрибуцию печей кош-агачского типа.

В ходе раскопок металлургической площадки на стоянке Куяхта-нар мы получили 11 радиоуглеродных дат для железоплавильной печи №4 [Vodyasov et al., 2020]. Корреляция дат, а также датирование последних годовичных колец листовенниц, законсервированных внутри шлакового блока, позволили датировать печь IV–V вв. н.э., т.е. временем, предшествующим образованию Первого Тюркского каганата.

Еще более древние даты получены для печи, расположенной на берегу небольшого пересохшего озера в правобережье р. Юстыд, в том же месте, где известны похожие по форме прямоугольные хуннские гончарные печи [Кубарев, Журавлева, 1986]. Рядом с выявленной железоплавильной печью в 2019 г. нами были отобраны два железных шлака горнового типа, внутри которых взят уголь для AMS-датирования [Водясов, Зайцева, 2020]. Анализ проводился в AMS-Лаборатории Национального Тайваньского университета. Для первого шлака (образец NTUAMS-5804-1) получена AMS-дата 1792 ± 61 BP. С учетом калибровки в программе OxCal 4.3 с использованием калибровочной кривой IntCal 20 [Reimer et al., 2020] дата укладывается в 205 AD – 361 AD для 68,2% вероятности (1σ).

Для второго шлака (образец NTUAMS-5805-1) получена AMS-дата 1731 ± 59 BP. С учетом калибровки в программе OxCal 4.3 с использованием калибровочной кривой IntCal 20 [Reimer et al., 2020] дата укладывается в 251 AD – 403 AD для 68,2% вероятности (1σ). Как видно, полученные даты из разных шлаков весьма близки и сходятся в пределах середины III – IV в. н.э.

Для хуннской гончарной печи №1, расположенной всего в 50 м от плавильных печей, ранее была получена дата – 1830 ± 40 BP [Кубарев, Журавлева, 1986]. Авторы предложили датировать печь 112 г. н.э. Однако опубликованная дата не была откалибрована. В этой связи мы провели ее калибровку в программе OxCal 4.3 с использованием калибровочной кривой IntCal 20 [Reimer et al., 2020] и получили для хуннской керамической печи №1 интервал 130 AD – 309 AD для 68,2% вероятности (1σ).

Проведенные исследования позволили говорить о синхронности прямоугольных гончарных и железоплавильных печей в III–IV вв. н.э. и связать возможное происхождение печей кош-агачского типа с миграциями на территорию Юго-Восточного Алтая нового населения в хуннуско-сяньбийское время. Не исключено, что ими могли являться кочевники-металлурги, оставившие памятники кок-пашского типа, поскольку ареалы этих памятников и прямоугольных печей совпадают, как и наблюдается их хронологическая близость.

Мы не смогли найти прямых аналогов печам коробчатого типа в памятниках Евразии III–V вв. н.э. Алтайские вытянутые коробчатые печи с множеством отверстий для дутья на двух вытянутых стенах являются сегодня древнейшими в мире, поэтому вопрос о месте изобретения уникальных плавильных сооружений остается открытым.

Не менее интересно и то, что история печей кош-агачского типа на Алтае обрывается так же внезапно, как и начинается. По всем имеющимся сегодня радиоуглеродным датам [Гутак, Русанов, 2013; Агатова и др., 2018; Мураками и др., 2019; Vodyasov et al., 2020; Водясов, Зайцева, 2020] традиция крупных прямоугольных печей появляется в Горном Алтае в III–V вв. и «неожиданно» исчезает в VII–VIII вв. н.э. По крайней мере, сегодня нет ни одной радиоуглеродной даты, доказывающей существование металлургии железа на Алтае в конце I тыс. н.э. и на всем протяжении II тыс. н.э.

Вряд ли такие уникальные технологии могли забыться просто так. Скорее всего, их исчезновение связано с тем, что плавильщики покинули Алтай и унесли металлургические знания с собой. Возникает вопрос: куда могла переместиться технология алтайских коробчатых печей в VII–VIII вв.?

В Азии известно всего два региона, где в I тыс. н.э. существовали похожие прямоугольные печи с множеством отверстий для дутья, – Южная Сибирь и Япония. Металлургия железа появляется в Японии в середине VI в., а коробчатые печи идентичной конструкции массово распространяются в VIII в. [Tate, 2005; Aizawa, 2017], т.е. в то же время, когда они уже исчезли в Южной Сибири.

По мнению Джиллиан Джулеф, японские вытянутые печи являются следствием долгой эволюции шри-ланкийских горнов, работавших на дутье ветра, и распространения этой традиции в Азиатском регионе. На наш взгляд, предложенная эволюционная модель возникновения коробчатых печей из шри-ланкийских традиций весьма любопытна, но не объясняет появление этой традиции в Японии. Археологические данные демонстрируют, что на Шри-Ланке на протяжении всего I тыс. н.э. развивался особый тип железоплавильных ветряных горнов, имеющих множество отверстий лишь на одной стене, расположенной лицом к потоку ветра [Jullef, 2009]. При этом мы знаем, что

в Японии в VII–VIII в. уже наблюдается массовое распространение коробчатых горнов с множеством дутьевых отверстий на двух вытянутых сторонах [Anazawa, 2017], тогда как на Шри-Ланке горны этого типа вообще не известны, и ветряные горны продолжали там свое развитие вплоть до XI в. [Jullef, 2009, fig. 5].

На наш взгляд, ветряные горны Шри-Ланки и коробчатые вытянутые печи Японии, несмотря на общую черту в виде множества отверстий, представляют собой совершенно разные типы металлургических сооружений и являются различными традициями, которые вряд ли были связаны между собой. Для подтверждения гипотезы, предложенной Дж. Джулеф, хорошим аргументом стали бы археологические свидетельства шри-ланкийских печей в Японии. Однако они до сих пор не найдены.

По другой версии черная металлургия пришла в Японию из Кореи, испытывая сильное влияние китайских традиций [Nagata, 2015]. Есть также мнение, что импульсом возникновения ранней металлургии в Корее являлась территория Дальнего Востока [Park, Rehren, 2011]. Однако археологические материалы показывают, что в Корее накануне проникновения железных технологий в Японию были распространены совсем другие железоплавильные печи [Park, Rehren, 2011]. Более того, ни в Корее, ни в Китае коробчатые печи вообще не известны. Таким образом, Южная Сибирь и Япония являются единственными регионами в Азии, где существовали похожие прямоугольные печи в I тыс. н.э.

Заключение

Вопрос о происхождении крупных прямоугольных печей кош-агачского типа до сих пор не решен, так как аналогов им в металлургических памятниках Евразии 1-й половины – середины I тыс. н.э. так и не найдено. Однако не исключено, что прототипом крупных прямоугольных сооружений кош-агачского типа могли служить похожие по форме хуннские гончарные печи. Именно в долине Юстыда мы археологически фиксируем материальное воплощение уникальной инженерной идеи о создании крупных теплотехнических сооружений прямоугольной формы, что нашло отражение как в железоделательном, так и керамическом производствах в III–IV вв. н.э.

Исчезновение прямоугольных печей на Алтае и дальнейшее массовое распространение похожих печей в Японии вряд ли является случайным совпадением. Естественно, вопрос происхождения японской металлургии требует отдельного исследования, но уже сейчас, на наш взгляд, имеются весомые доказательства тесной связи алтайской и японской металлургии. События, приведшие к исчезновению традиций кош-агачских печей на Алтае и их возможному появлению в Японии, хронологически совпали со временем формирования и развития Второго Восточно-Тюркского каганата. Его восточные границы доходили вплоть

до Корейского полуострова, поэтому возможность распространения на огромных пространствах схожих традиций в пределах одного каганата вполне допустима. Не исключено, что решение проблемы происхождения японской металлургии лежит в Алтайских горах. Для проверки этой гипотезы необходимы целенаправленные работы по поиску и изучению прямоугольных печей на территории Монголии и Китая.

Библиографический список

Агатова А.Р., Непоп Р.К., Слюсаренко И.Ю., Панов В.С. Новые данные комплексных исследований памятников железоплавильного производства в долинах рек Куектанар и Тюргун (Юго-Восточный Алтай) // *Археология, этнография и антропология Евразии*. 2018. Т. 46, №2. С. 90–99.

Бичурин Н.Я. Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена. Т. I. М.; Л., 1950. 382 с.

Водясов Е.В., Зайцева О.В. Древнейшие памятники черной металлургии в Горном Алтае: новые данные из долины реки Юстыд // *Сибирские исторические исследования*. 2020. №2. С. 127–147.

Гутак Я.М., Русанов Г.Г. О возрасте железоплавильных печей урочища Куяктанар (Горный Алтай) // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2013. №2 (4). С. 18–20.

Жданович О.П. Посольство Земарха в ставку тюркского кагана (перевод и комментарии фрагментов труда Менандра Протектора) // *Золотоордынское обозрение*. 2014. №2 (4). С. 6–20.

Зиняков Н.М. История черной металлургии и кузнечного ремесла древнего Алтая. Томск, 1988. 276 с.

Коробейников А.В. Средневековый трактат «Arab archery» о параметрах луков и стрел // *Иднакар*. 2008. №2. С. 107–118.

Кубарев В.Д., Журавлева А.Д. Керамическое производство хуннов Алтая // *Палеоэкономика Сибири*. Новосибирск, 1986. С. 101–119.

Мураками Я., Соенов В.И., Трифанова С.В., Эбель А.В., Богданов Е.С., Соловьев А.И. Изучение памятников черной металлургии на Алтае в 2017 году // *Вестн. Том. гос. ун-та. История*. 2019. №60. С. 167–174.

Anazawa Y. Iron production in ancient and medieval Japan, in: Gelman E.I., Vostretsov Yu.E., Ivliev A.L. (Eds.), *Multidisciplinary Studies in Archaeology. Volume 3. Crafts and Trades*. Institute of History, Archaeology and Ethnography of the Peoples of the Far East. FEBRAS. Vladivostok, 2017. Pp. 14–32.

Crew P. Twenty-five years of bloomery experiments: perspectives and prospects // *Accidental and Experimental Archaeometallurgy*, HMS Occasional Publication No. 7. London, 2013. P. 27–54.

Hendrickson M., Leroy S., Castillo C., Hua Q., Vega E., Phon K. Forging empire: Angkorian iron smelting, community and ritual practice at Tonle Bak // *Antiquity*. 2019. №93 (372). P. 1586–1606.

Juleff G. Technology and evolution: a root and branch view of Asian iron from first-millennium bc Sri Lanka to Japanese steel // *World Archaeology*. 2009. №41 (4). P. 557–577.

Nagata K. Mass and Heat Balance of Pig Iron Making by Tataru // *Metals and Civilizations. Proceedings of the Seventh International Conference on the Beginnings*

of the Use of Metals and Alloys (BUMA VII). Srinivasan S., Ranganathan S., Giumlia-Mair A. (Eds.). National Institute of Advanced Studies. Bangalore, 2015. P. 62–67.

Park J.S., Rehren Th. Large-scale 2nd to 3rd century AD bloomery iron smelting in Korea // *Journal of Archaeological Science*. 2011. №38. P. 1180–1190.

Paynter S., Blakelock E., Hatton G. Bloomery iron smelting – experimentation and archaeology // *Plas Tan y Bwlch. Snowdonia National park. Research report series* 25. 2012. 52 p.

Reimer P., Austin W., Bard E., Bayliss A., Blackwell P., Bronk Ramsey C., ..., Talamo S. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 kcal BP) // *Radiocarbon*. 2020. №62 (4). P. 725–757.

Serneels V., Crew P. Ore-slag relationships from experimentally smelted bog-iron ore // *Early Ironworking in Europe, archaeology and experiment. International Conference Plas Tan y Bwlch*. 1997. P. 78–82.

Tate M. History of Iron and Steel Making Technology in Japan. Mainly on the smelting of iron sand by Tataru // *Tetsu-to-Hagane*. 2005. №91 (1). P. 2–10. https://doi.org/10.2355/tetsutohagane1955.91.1_2.

Vodyasov E.V. Ethnoarchaeological research on Indigenous iron smelting in Siberia // *Siberian Historical Research*. 2018. №2. P. 164–180.

Vodyasov E.V., Zaitceva O.V., Vavulin M.V., Pushkarev A.A. The earliest box-shaped iron smelting furnaces in Asia: New data from Southern Siberia // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2020. 31. №102383. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102383>.

Wensuo L. On iron metallurgy and related questions in ancient Xinjiang during the Xiongnu and Turks Periods // *Historical Ethnology*. 2016. № 1 (1). P. 219–235.

E.V. Vodyasov, O.V. Zaitceva

Tomsk State University, Tomsk, Russia

THE RECTANGULAR IRON-SMELTING FURNACES OF GORNY ALTAI: THE PROBLEM OF ORIGIN AND CHRONOLOGY

The article raises the questions related to the appearance of unique rectangular box-shape furnaces in the Altai mountains. These furnaces were the largest iron-smelting construction in Siberia and Central Asia. Archaeological field work carried out in 2018–2020 coupled with the series of radiocarbon dates made it possible to establish that furnaces of this type appeared in the Southeastern Altai not in the era of the Türkic Khaganates, as it was previously thought, but in a previous time within the 3rd–5th centuries AD. The article discusses the design and productivity of the box-shape furnaces. It is hypothesized that the similar in shape Xiongnu pottery kilns type could have been a prototype of large rectangular structures of the box-shape linear furnaces. Radiocarbon analyzes have proven the synchronicity of the Xiongnu pottery kilns and the rectangular furnaces. The sudden disappearance of the box-shape furnaces in the Altai Mountains in the 7th–8th centuries AD and the same sudden appearance of the similar furnaces in Japan in the same period is explained by the possible migration of smelters in the era of the Second East Türkic Khaganate.

Keywords: archaeometallurgy, iron-smelting furnaces, Gorny Altai, Xiongnu-Xianbei time