

КУЗНЕЧНОЕ ремесло СРЕДНЕВЕКОВЫХ ГОРОДОВ ИЛЕЙСКОЙ ДОЛИНЫ

(историография и датирование чугунных изделий)

© 2020 г. Тамара Владимировна Савельева¹,
Николай Максимович Зиняков², Ильяр Рамильевич Камалдинов¹

¹доктор исторических наук, главный научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Марғулана, г. Алматы, Казахстан. E-mail: tsavelieva@mail.ru

²доктор исторических наук, профессор кафедры археологии, Кемеровский государственный университет, член-корреспондент РАН, г. Кемерово, Россия; E-mail: nmzinyakov@rambler.ru

¹магистр археологии, старший научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Марғулана, г. Алматы, Казахстан. E-mail: kamaldinov-ilyar@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена истории изучения кузнечного ремесла на обширной территории Евразии с эпохи средневековья до настоящего времени. Цель данной публикации – дать историю изучения черной металлургии и металлообработки в рамках широких временных и территориальных границ, в частности, и постсоветского пространства, которое в данном контексте понимается как единое научное пространство. Рассматриваются способы производства чугунных изделий ремесленниками средневековых городов Илейской/Илийской долины (Северо-Восточное Жетысу/Семиречье) по коллекциям из раскопок городов Алматы и Тальхира. Особое внимание уделяется методам датировки артефактов из чугуна. Выявленное высокое содержание серистого компонента и низкого углерода в чугуне свидетельствует об использовании ремесленниками Алматы и Тальхира специального высокотемпературного режима плавки для достижения графитизации и получения ковкого чугуна.

Ключевые слова: археология, Северо-Восточное Жетысу, Илейская долина, средневековые города, Алматы, Тальхир, ремесло, чугунное литье

ІЛЕ АҢҒАРЫНДАҒЫ ОРТАҒАСЫРЛЫҚ ҚАЛАЛАРДАҒЫ ҰСТАЛЫҚ ҚОЛӨНЕРІ

(шойын бұйымдардың тарихнамасы мен мерзімделуі)

Тамара Владимировна Савельева¹, Николай Максимович Зиняков²,
Ильяр Рамильевич Камалдинов¹

¹т.ғ.д., БҒҚ, Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты, Алматы қ., Қазақстан. E-mail: tsavelieva@mail.ru

²т.ғ.д., археология кафедрасының профессоры, Кемерово мемлекеттік университеті, РФА корреспондент-мүшесі, Кемерово қ., Ресей. E-mail: nmzinyakov@rambler.ru

¹АҒҚ, Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты, Алматы қ. Қазақстан. E-mail: kamaldinov-ilyar@mail.ru

Аннотация. Мақала Еуразияның кең байтақ аумағындағы ортасырлық кезеңнен қазіргі күнге дейінгі ұсталық қолөнері тарихының зерттелуіне арналған. Мақаланың мақсаты – кең уақыттық және аумақтық шеғара аясында, оның ішінде, посткеңестік

кеністіктегі, яғни дәлосы мәнмәтінде біртұтас ғылыми кеністік ретінде алынып отырған аумақтағы кара металлургия мен метал өңдеудің тарихын беру болып табылады. Іле аңғарындағы (Солтүстік-шығыс Жетісу) ортағасырлық қалалардағы колөнершілердің шойын бұйымдарын өндіру тәсілдері Алматы мен Тальхир қалаларының қазбаларынан алынған топтамалар бойынша қарастырылады. Басты назар шойын артефактілердің мерзімін анықтау әдісіне аударылған. Шойынның құрамында көп мөлшерде күкірттің және аздаған көміртегінің болуын көрсететін алынған нәтиже Алматы мен Тальхир колөнершілері графиттендіруді жетілдіру мен таптауға көнгіш шойынды алу үшін балкытудың арнайы жоғары температурадағы жүйесін қолданғандығын дәлелдейді.

Түйін сөздер: археология, Солтүстік-Шығыс Жетісу, Іле аңғары, ортағасырлық қалалар, Алматы, Тальхир, колөнер, шойын құймасы

BLACKSMITHING TRADE OF MEDIEVAL TOWNS OF THE ILE VALLEY (historiography and dating of cast iron products)

Tamara V. Savelyeva¹, Nikolai M. Zinyakov², Ilyar R. Kamaldinov¹

¹Doctor of Historical Sciences, Chief Researcher, A.Kh. Margulan Archeology Institute, Almaty, Kazakhstan. E-mail: tsavelieva@mail.ru

²Doctor of Historical Sciences, Professor of the Department of Archaeology, Kemerovo State University, Corresponding Member of RAS, Kemerovo, Russia. E-mail: nmzinyakov@rambler.ru

¹Senior Researcher, A. Kh. Margulan Archeology Institute, Almaty, Kazakhstan. E-mail: kamaldinov-ilyar@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the history of studying blacksmithing craft on the vast territory of Eurasia from the Middle Ages to the present day. The purpose of this publication is to provide a historiography of the study of ferrous metallurgy and metalworking within broad time and territorial boundaries, in particular, and the post-Soviet space, which in this context is understood as a single scientific space. The ways of manufacture of pig-iron products by craftsmen of medieval cities of Ile/Ili valley (Northeast Jetyssu/Semirechye) on collections from excavations of cities Talkhir and Almaty are considered. Special attention is paid to methods of determining the date of artifacts from cast iron. The obtained result of high sulfur content and low carbon content in cast iron testifies to the use of special high-temperature melting regime by artisans of Almaty and Talkhir to achieve graphitization and produce ductile iron.

Keywords: archaeology, Northeast Jetyssu, Ile Valley, medieval towns, Almaty, Talkhir, handicraft, iron casting

Введение

Для средневекового Жетысу важное значение имело формирование в VIII–X вв. Карлукского и Караханидского государств, ставших здесь важными центрами урбанизации. Именно в это время возникли многочисленные поселения, жители которых занимались земледелием, в том числе и орошаемым, и скотоводством. Все это создало базу для развития и расцвета урбанизации в XI–XIII вв., для кото-

рой характерен рост числа городов, развитие ремесла и торговли, в том числе и международной – по Великому Шелковому пути [Байпаков, 2007, с. 9–18]. Это время бурного развития ремесел – гончарного и стекольного, кузнечного и медницкого, железоделательного, ювелирного, прогресса в строительной технике, науке и литературе, архитектуре и искусстве.

Международная торговля стимулировала развитие городской

жизни, экономики, денежного обращения, коммуникаций, по которым распространялись элитные товары, культурные эталоны и религии. Северо-Восточное Жетысу/Семиречье, Илейская/Илийская долина становится одним из крупных районов средневековой урбанизации.

Средневековое городище Алматы 2 располагалось в междуречье Есентая и Малой Алматинки. Впервые оно было зафиксировано в 1922 году В. Д. Городецким. На территории в 1,5 кв.км он отметил остатки фундаментов, сложенных из окатанных речных валунов – оплывшие земляные валы; следы строений – прямоугольники впадин размерами 15×25 м, 18×40 м, хорошо просматривающиеся в топографии следы агроирригационных сооружений.

В настоящее время на основной территории городища находится Военный институт. В 1978 г. проводились раскопки кузнечной мастерской, следы которой первоначально были обнаружены в строительной траншее. В ходе исследований были расчищены остатки кузнечного горна, участок пола производственного помещения с ямой, где была складирована готовая продукция: крицы и лом для переплавки. Здесь же стояли глиняные сосуды, в основном кувшины. Среди них был толстостенный сосуд – тигель – в виде чаши с расходящимися кверху стенками. В комплексе изделий из железа, найденных в кузнечной мастерской, были крицы, наконечник пахотного орудия с обломанным концом, топоры, фрагменты котла, разрушенный коррозией кетмень [Байпаков, 1998, с. 168; Савельева, 1994, с. 116; Самашев и др., 2005, с. 133; Байпаков и др., 2009, с. 129–130].

К востоку от Алматы, в 25 км, в предгорьях Иле/Заилийского Алатау расположен небольшой город Талгар. Руины древнего города находятся на южной окраине современного Талгара, на высоком обрывистом правом берегу р. Талгар у выхода ее из горного ущелья. Памятник отождествлен с городом Тальхир (Тальхиза), упомянутом в географическом сочинении X в. «Худуд ал-алем» – «Границы мира» как крупный административный, торговый и культурный центр на Великом Шелковом пути. В это время площадь города составляла 28 га.

В настоящее время сохранилась цитадель и часть южного рабада – центральная часть городища Талгар площадью 9 га. Цитадель окружена крепостными стенами с башнями по углам и периметру, в город вели четыре въезда. К благоустройству города можно отнести наличие мощеных камнем магистральных улиц, которые сопровождались пешеходными тротуарами, водопроводной сети и канализации. Сохранились остатки системы, подающей воду из верхнего течения реки Талгар в город. В раскопах вскрыты нити гончарных трубопроводов, подводящих воду в жилые усадьбы и в ремесленные мастерские. В раскопанных жилых домах имелась канализация – местные сливные устройства в специальных санитарных помещениях, небольших по размеру, где находились поддоны для омовения.

В X – начале XIII в. Тальхир превратился в крупный экономический, политический и культурный центр. Здесь развивались практически все виды городских ремесел: кузнечное, чугунолитейное, медницкое, гончарное, стекольное, ювелирное, деревообрабатывающее, косторезное.

Ближайшая сельская округа занималась поливным и богарным земледелием, выращивая ячмень, просо, пшеницу, овес. Значительное место в экономике занимало животноводство.

Тальхир находился на трассе Великого Шелкового пути, соединявшим Запад и Восток Евразии. В Тальхире Шелковый путь разветвлялся на южный и северный.

«Южный путь» вел через Исык, Турген, Чилик к переправе через Иле в районе Борохуздира, а затем по правому берегу Иле через Илан-Балык — в Алмалык (Китай). На этом отрезке археологи нашли развалины небольших городков, от которых сохранились городища в Исыке, Тургене и Чилике.

«Северная дорога» из Алматы или Тальхира шла вдоль р. Талгар до переправы на р. Иле, затем отходила на северо-восток к Алаколю и Джунгарским воротам, проходила через города Еки-огуз – Эквиус, Каялык-Кайлак, несторианское селение и «столицу области» и далее в Китай.

Одно из ответвлений Великого Шелкового пути уходило на север в сторону оз. Балхаш, в Сарыарку и Прииртышье. Все это способствовало развитию местной и транзитной торговли. Красноречивыми свидетельствами такой торговли служат находки высокохудожественных бронз, изготовленных на Среднем Востоке, китайского фарфора, японского фаянса, гирь разного веса, монет, китайских зеркал.

В X–XI вв. горожане Тальхира приняли ислам. С принятием ислама Жетысу стало частью обширного исламского мира и оказалось в сфере влияния мусульманской культуры. В городе проживали также буддисты и христиане несторианского толка.

Население городов Северо-Восточного Жетысу состояло из представителей тюрко-язычных племен – карлуков, уйсун, чигилей. Неоспорим и факт проживания наряду с перечисленными племенами пришлых согдийцев, китайцев и киданей [Байпаков и др., 2005, с. 98] (рис. 1).



Рис. 1. Тюркские кузнецы. Средневековая китайская акварель

Fig. 1. Turkic blacksmiths. Medieval Chinese watercolor

История изучения кузнечного ремесла

За последние 40 лет раскопок на средневековом городище Талгар была собрана обширная коллекция изделий из железа, стали и чугуна, которая насчитывает 782 полноценных предмета 84-х наименований. Все вещи использовались в хозяйстве городской цивилизации, экономической базой которого являлись: оседлое земледелие, животноводство, домашние промыслы и специализированные ремесла (кузнечное, чугунолитейное, медницкое, бронзолитейное, ювелирное, гончарное, стеклоделательное, камнерезное, ткацкое, шорное, обувное, резьбы по дереву, хлебопечение). Многочисленные изделия из черного металла создавались кузнецами и литейщиками Талгара и находили в обществе широкий спрос.

Обращаясь к истории изучения кузнечного ремесла в средневековых городах Илейской долины (Северо-Восточное Жетысу), важно понимать, что развитие этого научного направления формировалось в рамках изучения палеометалла в целом. Цель данной публикации – дать историографию изучения черной металлургии и металлообработки в рамках широких временных и территориальных границ, в частности, и постсоветского пространства, которое в данном контексте понимается как единое научное пространство.

После открытия железа и технологии его производства человечество пыталось сформулировать свои представления об этом сложном и таинственном процессе. В Библии, например, в Пятикнижии Моисея, назван первый человек – Тувалкаин, который был ковачом всех орудий из меди и железа (Бытие 4:22) [Библия, 1997,

с. 6]. Лукреций Кар дает свое видение процесса поэтапного знакомства человека с камнем, медью и, наконец, железом и его свойствами [Тит Лукреций Кар, 1904]. Аристотель, Платон и Плиний Старший описывали свои представления о металлах, их свойствах, происхождении и технологических процессах обработки [Мезенин, 1973, с. 11–12].

Арабо- и персоязычные средневековые авторы Ал-Кинди, Ибн ал-Надим, Джабир ибн Хайян, Ал-Бируни повествуют об особенностях производства металла, свойствах сплавов, достижениях мастеров, ремесленном производстве того или иного региона. До конца XV в. единственной широко известной и доступной книгой о процессах металлургии был латинский манускрипт «*Schedulum diversae artiae*», написанный около X в. Теофилом – монахом Теофилусом Монком. В манускрипте рассказывалось как, используя силу работников монастырей, выплавлять различные металлы и сплавы [Черноусов и др., 2005, с. 332].

В начале XVI в. в Европе получили широкую популярность рукописи и небольшие издания о горно-металлургическом производстве, такие как рукопись-рекомендация чешского мастера Лаврентия Кржички из Битишки для мастеров, работающих над изготовлением изделий из металла. В 1505 г. была издана «Обстоятельная и полезная книжица о том, как искать и находить руды, о всяческих металлах, с сообразными изображениями гор, добропоказанными с приложением названий гор, преполезная начинающим рудокопам» («Горная книжка»), написанная У. Р. Кальбе – городским врачом и бургомистром г. Фрейберга; в 1523 г.

в Яхимове была широко распространена рукопись народного поэта Ганса Рудхарта, содержащая сведения о методах разработки месторождений полезных ископаемых [Черноусов и др., 2005, с. 332–333].

XVI век был ознаменован тремя выдающимися работами ученых эпохи Возрождения, внесшими большой вклад в описание существующих приемов в металлургии. Это труд итальянского ученого Ваноччо Винченцо Аустиньо Лука, известного как Ваноччо Бирингуччо, «Пиротехния», напечатанный в 1540 г., состоящий из 10 глав о разных сторонах металлургии – от поиска места и подготовки руды до отливки изделий и производства вооружения [Черноусов и др., 2005, с. 333–336]. На основе собранного и систематизированного огромного фактического материала Георгом Бауэром Агриколой (1494–1555 гг.) был написан фундаментальный труд на латинском языке. Его работа посвящена описанию всех аспектов горнорудного дела – от поиска месторождений до переработки руды и плавки металла [Агрикола, 1986]. Этот труд на протяжении нескольких столетий был справочным пособием и учебником многих поколений горняков.

Вслед за Бирингуччо и Агриколой немецкий ученый Себастиан Мюнстер (1489–1552 гг.) публикует работу «Космография», переведенную на многие языки и переиздававшуюся более 45 раз. Эта работа содержит обширные данные по горному делу и металлургическому производству [Черноусов и др., 2005, с. 336–337].

Началом возникновения металлографии можно считать XVII–XVIII вв. В большей степени это связано с созданием сложного микроскопа. Учеными-основоположниками

металлографии, документировавшими процесс научного обозрения свойств металла, являются Джоусс (XVII в.), описавший процессы закали и цементирования; Генри Пауэр (XVII в.), использовавший микроскоп и заметивший, что полированная поверхность металла изобилует трещинами, полостями, неровностями. Реомюр в 1722 г. впервые заговорил о свойствах зернистости железа после проведенных лабораторных опытов с микроскопом [Tylekote, 1992, p. 177]. Сам факт использования металлографии как метода, открывающего новые перспективы, делает это исследование заметным [Колчин, 1953, с. 10].

В 1914 г. несколько результатов анализов древнего железа опубликовал немецкий металловед Ганеманн [Колчин, 1953, с. 11]. Именно в этот период под руководством крупных ученых-металлургов и металловедов начинаются разработки методики исследований в конкретном применении их к проблеме изучения древнего металла [Рындина, 1965, с. 120].

Двадцатые–тридцатые годы XX в. ознаменованы сразу несколькими работами в этом направлении – П. Я. Сальдау и А. Ф. Гущина, Б. Е. Деген-Корловского, связанными с древней металлургией Кавказа; оружейоведа В. В. Арендта, пытавшегося доказать нормандскую теорию, применяя при этом данные металлографии; немецкого ученого Б. Неймана, использовавшего метод металлографии для изучения знаменитых нидамских мечей, долы клинков которых, сделанные из дамасской стали, считаются самым древним свидетельством существования этого вида стали (II–IV вв. н.э.) [Gilmour, 1996, p. 115]; французского металловеда Ш. Фреймона, изучавшего на той же

научной основе топоры меровингского времени; английских исследователей Х. Карпентера, М. Робертсона, Х. Гарланда и С. Баннистера, которые использовали данные металлографического исследования для изучения древней металлургии Египта [Колчин, 1953, с. 11].

Основателем применения металлостроения в советской археологии является Б. А. Колчин, соединивший в своей научной деятельности два образования – инженера-металловеда и историка. Это сочетание специфических знаний металлургии со знанием и любовью к истории принесло науке блестящие результаты и дало возможность получать информацию нового порядка. Именно такое необходимое сочетание специфических знаний отмечал как особо необходимое и перспективное и сам Б. А. Колчин, говоря о небольшой, но в то же время очень удачной совместной работе металлостроителя профессора П. Я. Сальдау и сотрудника Института материальной культуры АН СССР А. Ф. Гущина [Колчин, 1953, с. 11–12].

Фундаментальные работы Б. А. Колчина «Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси» и «Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого», опубликованные в 1953 и 1959 гг., стали ярким тому подтверждением. Одной из основных заслуг этого ученого является разработка методики применения металлографии в археологии.

В 1967 году Б. А. Колчин организовал Лабораторию естественнонаучных методов в Институте археологии АН СССР, которая активно вовлекается в решение историко-технологической проблематики. Научными сотрудниками лаборатории

выполнены широкомасштабные аналитические работы по изучению железа.

Изучение палеометалла и использование металлографии в исследованиях археологических коллекций на территории постсоветского пространства

Исследуя своеобразную «эпоху» применения металлографических методов в археологии и вовлечение значительного количества ученых в эту новую, перспективную во всех отношениях сферу, становится очевидной массовость проводимых исследований и их широкие территориальные границы. В данном случае наиболее справедливо назвать фамилии исследователей, посвятивших научные изыскания определенному географическому или историко-географическому региону.

В многочисленных научных исследованиях, проведенных на основе обработки значительных коллекций изделий из металла, сделаны выводы об уровне развития металлообрабатывающего ремесла славян и древнерусского государства. Основными работами по данной проблематике являются труды Б. А. Колчина [1953] и Г. А. Вознесенской. Отдельной теме исследования железоделательного и железообрабатывающего производства средневекового Пскова посвящены работы Т. Ю. Закуриной, обобщенные в диссертации на соискание степени кандидата исторических наук.

Большая работа, проделанная по изучению древней металлургии на территории Белоруссии, отражена в трудах М. Ф. Гурина. Вопросы древней металлургии территории Прибалтики представлены в работах А. К. Антейна и Й. Станкуса. Технология кузнечного ремесла финно-

угорских племен Восточной Европы рассмотрена в публикациях Г. А. Вознесенской, Л. С. Розановой (Хомутовой), А. Н. Башенькина, Н. Н. Тереховой. Изучением древнего металла юго-восточного Причерноморья занимается О. Х. Бгажба.

Железодельное производство и обработка металла на территории Грузии в хронологическом промежутке от древности до позднего средневековья освещены в монографических работах И. А. Гзелишвили и В. Е. Артилакв. Необходимо упомянуть труды по изучению палеометалла на основе проведенных спектральных, химических и других анализов: по Кавказу – А. А. Иессен, Ф. Н. Тавадзе, Т. Н. Сакварелидзе; по Армянскому нагорью – А. Ц. Геворкян.

Кузнечное ремесло на территории Украины в разные хронологические периоды подробно исследовано и освещено в публикациях, посвященных скифской эпохе – Б. А. Шрамко, Л. А. Солнцева, Л. Д. Фомина, В. И. Бидзиля, Г. А. Вознесенской, Д. П. Недопако, С. В. Панькова, Т. Д. Барцевой и периоду средневековья – В. Д. Гопака. Работа С. В. Панькова – обобщающего характера, затрагивает вопросы развития черной металлургии. Изучению древней металлургии Подонья посвящены работы В. К. Михеева, черной металлургии Днепро-Донского междуречья второй половины I тыс. – труды В. В. Колоды.

Многочисленные изделия уникальной коллекции черного и цветного металла Булгара, во многом схожего с материалами Талгарской и Алматинской коллекций, публиковались неоднократно. Вопросы технологии обработки железа и цветного метал-

ла в Волжской Булгарии и Хазарском каганате, с привлечением данных металлографии приводятся в работах А. М. Ефимовой, А. В. Королева, Т. А. Хлебниковой, Ю. А. Семькина, Е. П. Казакова, а также в многочисленных трудах М. М. Толмачевой. В статье М. Р. Полесских, также посвященной ремеслу среднего Поволжья, приведено три металлографических анализа.

Изделия из металла эпохи раннего железа юга Восточной Европы изучает Н. Н. Терехова. Многочисленные работы по исследованию древнейшего горно-металлургического производства на территории Евразии, в частности, Волго-Уралья, Северного Причерноморья, Северной Евразии, подготовлены и опубликованы известным ученым – признанным специалистом в области древней металлургии, заведующим Лабораторией естественнонаучных методов Института археологии РАН, д.и.н., профессором Е. Н. Черных. Проблемы изучения кузнечного ремесла финских племен Приуралья и городов Восточной Европы, равно как и проблемы теоретико-методологического характера, рассматриваются в многочисленных работах В. И. Завьялова.

Кузнечное ремесло Южной и Западной Сибири на основе привлечения большого фактического материала в виде металлографических анализов исследуется Н. М. Зиняковым. Обобщающим результатом его работы в этих регионах стало издание двух монографий. Исследованию металлургии Южной Сибири посвящены также работы Кхоанг Ван Кхоана. Черная металлургия Хакасско-Минусинской котловины и соседней Тывы подробно рассматривается Я. И. Сунчугашевым.

Комплексное изучение разнообразного материала, относящегося к железоделательному и железообрабатывающему ремеслу археологических памятников Дальнего Востока России – предмет исследований В. Д. Ленкова. Уровень развития металлообработки Приамурья показан В. А. Краминцевым.

Большую работу по исследованию палеометалла проводят сотрудники Археологической лаборатории МГУ, созданной еще в 1953 г. Спектральный и микроструктурный анализы стекла, черного и цветного металла, макроструктурное исследование материалов и готовых изделий стали главными поставщиками новой информации относительно древних производств (металлургии, металлообработки, стекла, керамики, органических материалов и минералов). Лабораторию структурного анализа возглавляет профессор Н. В. Рындина. Международное признание получили её работы, связанные с металлографическим изучением в лаборатории МГУ коллекций энеолитического металла Болгарии, а также древнейшей меди степной и лесостепной зон Восточной Европы (около 300 изделий).

Начиная с 1990-х годов, вновь обозначился рост научного интереса к проблемам технологии производства древнерусских ювелиров. Большие серии металлических изделий из раскопок Пскова (Э. В. Королева), Гнёздова (Н. В. Ениосова и В. В. Мурашева), Серенска (И. Е. Зайцева) и курганов вятичей (Т. Г. Сарачева) подвергнуты в лаборатории микроструктурному изучению [Лаборатория кафедры археологии, Интернет-ресурс].

Как уже отмечалось выше, металл среднеазиатского региона изучен мало. Исследователи, занимавшиеся

данной проблематикой, объясняют этот факт неприменимостью методов металлографического исследования к изделиям из черного металла Средней Азии в связи с их сильной коррозионностью, с чем также связываются научные достижения в области изучения вопросов о горном деле и металлургии на поселениях при рудниках [Байпаков и др., 2006, с. 150].

Исследованием истории металлургии и горного дела занимались на территории Киргизии М. А. Бубнова, Л. Г. Розина; Узбекистана – П. П. Иванов, М. Е. Массон, Е. Б. Пругер, Л. М. Сверчков; Таджикистана – М. Е. Массон, Б. А. Литвинский, М. А. Бубнова, В. И. Распопова, В. П. Новиков. Значительные результаты в изучении истории древней металлургии Средней Азии достигнуты М. Е. Массоном и Ю. Ф. Буряковым [Рузанов, Буряков, 1997, с. 175–178].

Изучением дамасской стали по архивным материалам, а также из археологических раскопок Мерва, проводимых на протяжении многих лет Джорджиной Херманн, занималась исследовательница из США Анна Мария Фейербах, используя методы металлографии. Историю черного металла Узбекистана, применяя естественнонаучные методы, изучает О. А. Папахристу [1985]. Металлообрабатывающее производство населения Казахстана и среднеазиатского региона относится к числу малоизученных тем [Савельева и др., 1998, с. 19].

Историю изучения технологии палеометалла на территории Казахстана с использованием методов спектрального анализа на предмет выявления химического состава изделий эпохи бронзы с территории Восточного, Северного Казахстана и Жетысу можно начать с работ С. С. Черникова

[1951; 1960], И. И. Копылова [1955, с. 38–51].

Исследования металлических изделий на основе применения естественнонаучных методов проводила Э. Ф. Кузнецова, ее работы в основном нацелены на изучение материалов Центрального Казахстана [1977; 1989; 1990; Кузнецова, Тепловодская, 1994]. Вместе с тем прослеживается явная неравномерность в изучении (с позиций использования методов металлографии) памятников эпохи бронзы Центрального Казахстана от последующих эпох и регионов. Лишь несколько небольших научных работ Э. Ф. Кузнецовой посвящено изучению изделий из цветного металла археологических памятников Южного Казахстана [1991, с. 109–111; 1995, с. 45–51; Кузнецова, Бурнашева, 1994, с. 51–58], эпохи раннего железного века Центрального, Северо-Западного Казахстана [1976, с. 157–160; 1992, с. 172–178] и Жетысу [1978, с. 63–64], в основу исследований положен анализ химической композиции металла.

Определенный задел в направлении изучения изделий из цветного металла археологических памятников Жетысу и Южного Казахстана с использованием методов металлографии показан в работах К. М. Байпакова, Д. С. Парка, Д. А. Воякина [Байпаков и др., 2006, с. 94–97; Vaipakov et al., 2008, p. 248–253; Park, Voyakin, 2009, p. 622–628]; древнего железа и стали – также на основе металлографического исследования достигнут работами Н. М. Зинякова, Т. В. Савельевой, Д. А. Воякина, Д. С. Парка [Савельева, Зиняков, 1998, с. 73–90; Зиняков, Савельева, 2005, с. 45–51; Зиняков, Савельева, 2005а, с. 176–184; Park, Voyakin, 2007, p. 223–236; Зиняков,

Савельева, 2009, с. 200–210; Зиняков, Савельева, 2013, с. 29–38].

Использование металлографии в археологических исследованиях за рубежом

Проблемы древней технологии обработки железа и стали получили активное развитие за рубежом. Работой обобщающего характера, сконцентрированной на рассмотрении достижений в области применения методики металлографии именно в области обработки, интерпретации, а также последующей консервации и реставрации историко-археологических материалов, стала монография Дэвида Скотта, подготовленная в рамках проекта Института по консервации Гетти. Значительное по объему издание монографического характера, посвященное углубленному рассмотрению материалов, их специфических физических свойств, истории использования, вкуче с естественнонаучными методами исследования, в котором большая часть объема отведена металлам, подготовлено и издано американским ученым Рольфом Хаммелом.

Научные труды Рональда Тайлкота носят обобщающий характер, в них дается рассмотрение общей истории металлургии, использование естественнонаучных методов, отдельных теоретических составляющих процесса изучения палеометалла [Tylecote, 1962; 1992; 1980, p. 183–228].

Всеобъемлющая работа по палеометаллу (медь и бронзовые сплавы) эпохи бронзы и раннего железного века Синьцзян, основанная на археологических материалах, данных металлографических анализов, многочисленных радиоуглеродных датах с обзором связей региона с соседними территориями, подготовлена Д. Мей-

ем и опубликована в Великобритании на английском языке [Mei, 2000].

Обобщающая статья, посвященная эволюции железа и стали на востоке Юго-Восточной Азии, опубликована Джозефом Нидхемом. Аналогичная работа, но с территориальным охватом африканского континента, показана в публикации Николаса Ван Дер Мерва [Van Der Merwe, 1980, p. 463–506].

На основе материалов Западного Ирана (провинции Гилян, Центральный Иран, Курдистан), а также с территории Западного и Северо-Восточного Азербайджана Винсентом Пиготтом опубликована научная статья о становлении железодельного производства [Pigott, 1980, p. 417–461].

Общие вопросы этой же проблемы, но в границах Средиземноморья (в рассматриваемые области вошли Кипр, Крит, все побережье Эгейского моря, Малой Азии, Северная Африка, Испания, Италия, Сицилия, страны Леванта, Адриатика и Франция), стали предметом работы А. М. Снодграсса [Snodgrass, 1980, p. 335–374].

Отдельные работы по палеометаллу Индии, Шри-Ланки, а также других стран, равно как и освещение вопросов теоретического характера, публикуются в научных тематических сборниках Международной конференции по изучению истории использования металлов и сплавов (всего опубликовано шесть сборников трудов конференции).

Результаты изучения палеометалла Монголии, в частности, чугуновых изделий, датированных III в. до н.э. – XV в. н.э., опубликованы Д. Парком, А. Чунагом, Э. Гелегдорджем и Р. Гордоном [Gelendordj et al, 2007, p. 1187–

1196; Chunag et al., 2006, p. 155–173; Park et al., 2008, p. 2465–2470].

Материалы исследований некоторых изделий из черного металла на Корейском полуострове и в Японии освещены в работах Д. Парка, М. Холла, Т. Накамуры и других авторов [Park, 2003, p. 85–98; Park, Gordon, 2007, p. 1991–2002; Park, Hall, 2005, p. 9–13; Park, 2005, p. 409–416; Park, Nakamura, 2004, p. 245–251; Park, 2004, p. 1040–1048].

Реконструкция древних технологий

Проблема реконструкции процесса изготовления металлических изделий, а также плавки руды и получения металла занимает отдельную немаловажную часть исследования кузнечного ремесла. В статье, посвященной реконструкции сыродутного процесса производства железа, Б. А. Колчин и О. Ю. Круг наглядно иллюстрируют весь процесс производства – от постройки горна до проковки крицы. В статье дан историографический обзор проведенных опытов по моделированию сыродутного процесса [Колчин, Круг, 1965, с. 196–215].

Работе известного чехословацкого историка черной металлургии и кузнечного дела Р. Плейнера «Древние кузнецы Европы» скоро исполнится полвека, но своего научного значения она не потеряла. На одном из сайтов в интернете представлен перевод главы из этой работы [Плейнер, Интернет-ресурс].

Разработкой вопросов моделирования древних металлургических технологий (эпоха бронзы) занимается научный сотрудник Института истории и археологии Уральского отделения РАН (г. Челябинск) С. А. Григорьев [2005, с. 176–180].

Во Франции значительное внимание уделил технологии изготовления мечей, подобных дамасским, А. Франс-Ланорд, однако в своих работах он приводит лишь отдельные этапы осуществления некоторых операций. Технологией изготовления изделий из цветных металлов, главным образом драгоценных украшений, занимался Г. Дрешер. Он дал описание производства римских железных пряжек с витьем и реконструировал этот процесс.

Японский ученый Масуми Хикасиге описал процесс сварки заготовок, идущих на изготовление самурайских мечей, и это описание не раз цитировали разные авторы в своих специальных статьях [Плейнер, Интернет-ресурс].

Метод реконструкции процесса изготовления металлических изделий наиболее популярен среди металлургов, занимающихся изучением изделий из высокоуглеродистой стали. Этот сверхпрочный металл, имевший характерное строение и потому называвшийся еще узорчатым, известен на Ближнем Востоке как дамасская сталь, в Индии – вутц, в Китае – серик, в Персии – табан, в Средней Азии – булат (пулад или фулад) [Мезенин, 1973, с. 9]. Определение характеристик того, что может быть названо дамаском, можно найти в статье Ж. Д. Верховена и Д. Т. Петерсона «Что же такое дамасская сталь» [Verhoeven, Peterson, 1992, p. 335–341].

Обзор истории изучения дамасска, по нашему убеждению, важен, так как в изучаемой коллекции талгарского металла выявлены изделия, которые сделаны из этого знаменитого вида стали. Время появления дамасска – все еще предмет научных

дискуссий. На основе письменных источников его появление некоторыми учеными относится к середине I тыс. до н.э. [Sherby, Wadsworth, 2001, p. 347–353; Craddock, 1998, p. 46–49]. Другая группа ученых на основе археологических открытий относит его появление к первой половине I тыс. н.э. [Lang et al., 1998, p. 8–14; Gilmour, 1996, p. 113–121].

Дамаск – прославленный металл. Старейшинами большой еврейской общины, живущей в пределах владения сасанидов в V в. н.э., запрещалось его продавать другим племенам, «чтобы они не сделали из него оружие» [Craddock, 1998, p. 47] (рис. 2).

Процесс изготовления дамасска считается вершиной мастерства металлургов-кузнецов и всегда был овеян тайной [Verhoeven et al., 2004, p. 17]. Именно эта таинственность и породила стремление ученых многих стран и времен изучить и воспроизвести процесс изготовления дамасских клинков, используя метод реконструкции.

Первые попытки производства дамасска были предприняты в XIX столетии. Среди ученых, проводивших опыты со сталью, можно назвать имена английского физика М. Фарадея, директора Парижского монетного двора Г. Бреана, металлургов: из Швеции – Ринмана, из Германии – К. Карстена, из Великобритании – Г. Вилькинсона, из Франции – Г. Турая, русского инженера П. П. Аносова. К сожалению, технология получения и обработки булата не получила должного научного объяснения [Зиняков, Савельева, 2009, с. 201–202].

Двадцатый век ознаменован серией исследовательских работ по

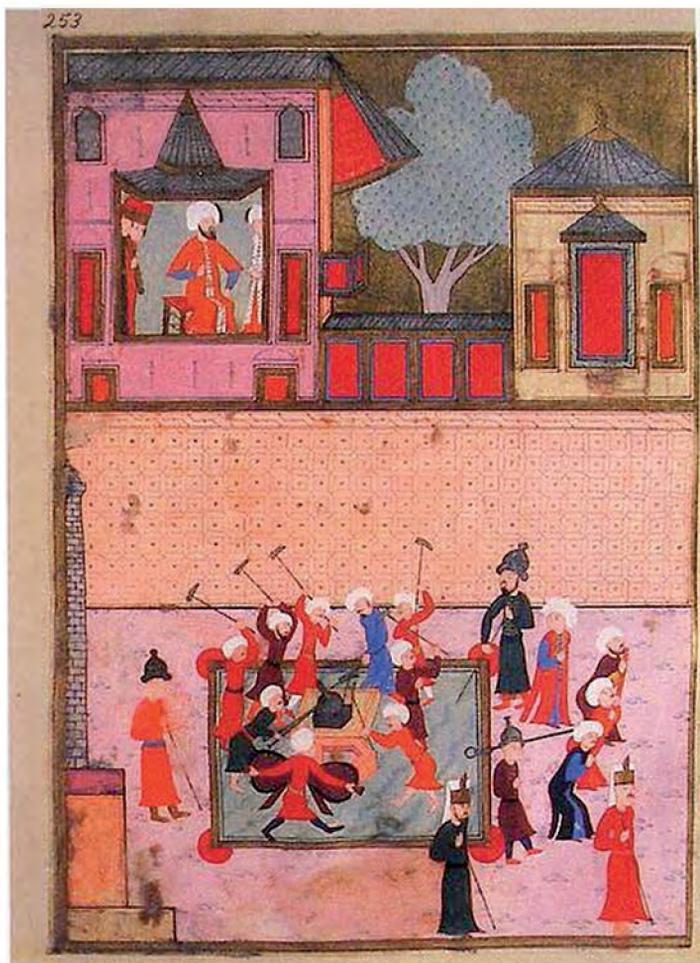


Рис. 2. Кузнецы. Средневековая миниатюра

Fig. 2. Blacksmiths. Medieval miniature

реконструкции дамасской стали, которые привели к прорывным идеям в этой области. Среди исследователей этого времени – ученые-металлурги Д. К. Чернов, А. П. Виноградов, И. Н. Голиков, Б. Зшокке, К. Смитт, К. Пансери, Ж. Пиасковский, Р. Тайлкот, Ж. Вадсворт, О. Шерби, Ж. Верховен, Х. Кларк, В. Ятер, Д. Аллан, А. Заки, В. Пиготт, Ж. Ланг, П. Краддок, некоторые из работ содержат историографию изучения дамаска [Verhoeven et al., 1998, p. 58–64; Зи-

няков, Савельева, 2009, с. 202–203].

Реконструкция процесса изготовления металла привела известного ученого Ж. Д. Верховена и его коллег А. Х. Пендрея и В. И. Даукша, после долгих исследований и многочисленных попыток, к научному обоснованию производства знаменитой высокоуглеродистой стали, а также к воссозданию технологии и изготовлению клинка [Verhoeven et al., 1998, p. 58–64].

В современной науке наиболее ценными методами исследования металлов с точки зрения полноты и надежности получаемой информации являются методы металлографиче-

ского анализа, суть которых в выявлении структуры металла и на его основе химического состава, физических и механических свойств изделий. Металлографический анализ включает три важнейших метода: макро- и микроструктурное исследование, измерение микротвердости металла. Н. В. Рындина в качестве основных методов современной металлографии выделяет макро- и микроструктурный, рентгеноструктурный и термический анализы, добавляя при этом, что для

археологии наибольшее применение находят только два – макро- и микро-структурное изучение [1965, с. 119].

Радиоуглеродное датирование металла

Этот метод является одним из основных в определении возраста, временной шкалы бытования измеряемого образца. Результаты экспериментов по содержанию изотопа ^{14}C в образцах известного возраста позволяют окончательно решить вопрос доверия в пользу радиоуглеродного метода датировки [Дергачев, 1994, с. 3–15].

Не вдаваясь в историю разработки и внедрения этого метода в область археологических изысканий, приведем мнение известного исследователя Е. Н. Черных: «Радиоуглеродный метод датирования был открыт и внедрился в практику археологических работ около 50 лет назад. Еще раньше стала широко применяться дендрохронология. Давно ушли в прошлое споры о возможности и целесообразности включения этих приемов в арсенал археологических методов. Ныне ^{14}C – это важнейший метод установления возраста древних культур от позднего палеолита до

железного века. Дендрохронология «отвечает» за возраст более поздних памятников археологии и истории. Что же касается наложения шкал, неточностей, провалов, то это обычные, рутинные для любой исследовательской практики вопросы, которые должны совместно решать и физики, и биологи, и археологи. Во всяком случае, «биокос-

мические часы» теперь повсеместно отмеряют археологическое время существования человечества» [Черных, 2010]. Самое большое преимущество этого метода датировки, по определению известного британского археолога Колина Ренфрью, заключается в том, что он, являясь довольно точным, может быть использован в любом климате вне зависимости от территории, будь это Южная Америка или Полинезия, Египет или Месопотамия, и к тому же в широком временном промежутке [Renfrew, Bahn, 2001, p. 144].

Основная суть метода заключается в измерении содержания изотопа углерода в органическом образце. Как известно, на Земле фиксируются три изотопа углерода: ^{12}C , ^{13}C и ^{14}C – все в различных концентрациях. Изотоп ^{14}C присутствует во всех живых организмах, его уровень всегда равен уровню, существующему в природе. После прекращения жизнедеятельности организма активность радиоуглерода в нем уменьшается. Отсюда легко рассчитать возраст образца по оставшейся на момент измерения активности углерода ^{14}C [Дергачев, 1994, с. 13].



Рис. 3. Талгар. Наконечники стрел. Фото О.В. Белялова

Fig. 3. Talgar. Arrowheads. Photo by O. Belyalov



Рис. 4. Талгар. Чугунный котел, инструментарий кузнеца и готовые изделия. Фото О.В. Белялова

Fig. 4. Talgar. Cast iron pot, blacksmith tools and finished products. Photo by O. Belyalov

На сегодняшний день применяется два метода для измерения активности углерода. Первый, называемый традиционным методом радиоуглеродной датировки, основан на статистическом определении оставшейся энергии продуктов распада радиоактивного углерода.

Металлографическое изучение коллекции затронуло фактически каждую группу изделий: предметы вооружения (рис. 3), конское снаряжение, инструментарий ремесленников (металлообрабатывающий, деревообрабатывающий и для кожевенного производства) (рис. 4), торговый инструментарий, сельскохозяйственные орудия, бытовой инвентарь и предметы домашнего обихода, что дало возможность опре-

делить технологические схемы и специфические особенности применения того или иного способа их изготовления.

Согласно результатам проведенной относительной датировки предметов изученной коллекции, сделан вывод, что рамки бытования их довольно широки, но укладываются в установленный ранее период жизни средневекового города – VIII–XIII вв.

Большинство изделий из железа и стали произведены методомковки. Чугунные изделия не имели широкого применения в силу специфических свойств металла, они представлены в коллекции отдельными видами посуды (котлы, сковороды, жаровни) и лемехами. Тем не менее, очевидно, что плавка чугуна являлась важным элементом местного производства в период средневековья (рис. 5).



Рис. 5. Талгар. Чугунные изделия. Фото О.В. Белялова

Fig. 5. Talgar. Cast iron products. Photo by O. Belyalov

Основное преимущество чугуна – низкая точка плавления по сравнению с точкой плавления железа и стали, что сделало бы его особо привлекательным для массового использования, если бы не ярко выраженная повышенная хрупкость. Но здесь скрывается и другая сторона проблемы – получение стали. Сталь, например, в Китае получали двумя способами. Во-первых, методом отжига отливок из белого чугуна без использования руды. Превращение белого чугуна в ковкий происходило в результате распада всего цементита на составные части – железо и свободный углерод отжига (графит). Во-вторых, методом совместной плавки чугуна и кричного железа. Возможно, эти же методы использовали и талгарские мастера, о чем косвенно свидетельствует нахождение кузнечной/плавильной мастерской в Алматы.

Выводы

Достижением металлургов стало умение плавить булатную (ледбуритную) сталь для изготовления изделий, в том числе и военного назначения. Высокое содержание серистого компонента и низкого углерода в чугуне свидетельствует об использовании специального высокотемпературного

режима плавки для достижения графитизации и получения ковкого чугуна. Проведенные анализы извлеченного графита показывают отсутствие использования каменного угля.

Учитывая результаты полученных данных, можно заключить, что мастера городов Илейской долины (Северо-Восточное Жетысу) владели сложными методами контроля физических и химических свойств чугуна. Такая практика высокого технического уровня не могла существовать без глубоких знаний в области процесса получения стали из чугуна.

Так, комбинация методов – классификация, относительная датировка, металлография, методы естественнонаучного датирования (радиоуглеродный и термолюминесцентный), предоставили возможность рассмотреть изделия коллекции комплексно и извлечь максимально возможную информацию.

В целом, проведенные исследования свидетельствуют о высоком уровне развития металлопроизводства и металлообработки в районах Жетысу в X–XIII вв., которые не уступали технологиям соседних регионов Средней Азии, Ближнего и Среднего Востока, России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрикола Г. О горном деле и металлургии: в 12 кн. М.: Недра, 1986. 291 с.
2. Байпаков К.М. Средневековые города Казахстана на Великом Шелковом пути. Алматы: Ғылым, 1998. 216 с.
3. Байпаков К.М. Великий Шелковый путь (на территории Казахстана). Алматы: «Адамар», 2007. 496 с.
4. Байпаков К.М., Парк Д.С., Воякин Д.А. Технические аспекты производства изделий из бронзы. Бесагашский клад // Известия МОН, НАН РК. Сер. обществ. наук. 2006. № 1. С. 94–97.
5. Байпаков К.М., Савельева Т.В., Чанг К. Средневековые города и поселения Северо-Восточного Жетысу. Алматы: ИД «Credo», 2005. 188 с.
6. Байпаков К.М., Сейдуманов С.Т., Савельева Т.В., Воякин Д.А., Ауезов Е.К. Средневековые столицы Жетысу. Алматы: «CREDOS», 2009. 320 с.

7. Библия. Книги Священного Писания Ветхого и Нового Завета. М.: Российское Библейское общество, 1997. 1312 с.
8. Григорьев С.А. Экспериментальные работы по моделированию древних металлургических технологий // Известия Челябинского научного центра. 2005. Вып. 4 (30). С. 176–180.
9. Дергачев В.А. Радиоуглеродный хронометр // Природа. 1994. № 1. С. 3–15.
10. Зиняков Н.М., Савельева Т.В. Металлографическое исследование изделий из железа и железуглеродистых сплавов городских центров средневекового Казахстана // Археология Южной Сибири: сб. научн. ст. Кемерово: КемГУ, 2005. Вып. 23. С. 45–51.
11. Зиняков Н.М., Савельева Т.В. Металлографическое исследование булатных сталей Казахстана // Известия НАН РК. Сер. обществ. наук. 2005а. № 1. С. 176–184.
12. Зиняков Н.М., Савельева Т.В. Булатная сталь средневекового Тальхира. Реконструкция производства тигельной узорчатой стали // Известия НАН РК. Сер. обществ. наук. 2009. № 1. С. 200–210.
13. Зиняков Н., Савельева Т. Развитие черной металлургии и металлообработки в Северо-восточном Жетысу в X–начале XIII в. // Зиняков Н., Савельева Т., Воякин Д. Кузнечные и чугунные изделия средневекового Тальхира. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2013. P. 29–38.
14. Колчин Б.А. Техника обработки металла в Древней Руси. М.: Машгиз, 1953. 155 с.
15. Колчин Б.А. Черная металлургия и металлообработка в древней Руси (домонгольский период) // Материалы и исследования по археологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953а. № 32. 259 с.
16. Колчин Б.А., Круг О.А. Физическое моделирование сыродутного процесса производства металла // Материалы и исследования по археологии. М.: Наука, 1965. № 129. 346 с.
17. Копылов И.И. К вопросу о составе древних бронз Семиречья // Ученые записки Алмат. гос. пед. ин-та им. Абая. Сер. гум. наук. 1955. Т. 9. С. 38–51.
18. Кузнецова Э.Ф. Бронзовые предметы из могильника Сынтас по данным спектрального анализа // Прошлое Казахстана по археологическим источникам: сб. научн. ст. Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1976. С. 157–162.
19. Кузнецова Э.Ф. Изучение продуктов древнего производства на поселении Атасу (по данным спектрального анализа) // Археологические исследования в Отраре: сб. научн. ст. Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1977. С. 116–124.
20. Кузнецова Э.Ф. Спектральный анализ бронзовых изделий из Талдыкурганского клада // Археологические памятники Казахстана: сб. научн. ст. Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1978. С. 63–64.
21. Кузнецова Э.Ф. Производство цветных и благородных металлов в Центральном Казахстане в эпоху бронзы и ранних кочевников // Взаимодействие кочевых культур и древних цивилизаций: м-лы советско-французского симпозиума (г. Алма-Ата, октябрь 1987 г.). Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1989. С. 118–122.
22. Кузнецова Э.Ф. Исследование древнего золота Казахстана // СА. 1990. № 2. С. 136–148.
23. Кузнецова Э.Ф. К изучению древнего золота и золотодобычи на Великом Шелковом пути // Взаимодействие кочевых и оседлых культур на Великом Шелковом пути: тез. докл. междунар. семинара ЮНЕСКО (г. Алма-Ата, 15–16 июня 1991 г.). Алма-Ата: Гылым, 1991. С. 109–114.
24. Кузнецова Э.Ф. Спектроаналитическое изучение инвентаря тасмолинских памятников Центрального Казахстана // Маргулановские чтения: тез. докл. Петропавловск: Лаб. археол. исслед. Петропавл. пед. ин-та, 1992. С. 172–178.
25. Кузнецова Э.Ф. О горном промысле и древних бронзах Южного Казахстана // Ата-Мурта: сб. ст., посвящ. 75-летию Южно-Казахстанского областного

- историко-краеведческого музея. Шымкент: Южно-Казахстанский областной историко-краеведческий музей, 1995. С. 45–51.
26. Кузнецова Э.Ф., Бураишева Р.З. Исследование медных монет и кладов позднего средневековья из городов Южного Казахстана // Известия НАН РК. Сер. обществ. наук. 1994. № 5(197). С. 51–58.
27. Кузнецова Э.Ф., Тепловодская Т.М. Древняя металлургия и гончарство Центрального Казахстана. Алматы: «Гылым», 1994. 207 с.
28. Лаборатория кафедры археологии. URL: <http://www.hist.msu.ru/departments/8827/research/lab/>
29. Мезенин Н.А. Повесть о мастерах железного дела. М.: «Знание», 1973. 224 с.
30. Папахристу О.А. Черная металлургия Северной Ферганы: по материалам археологических исследований городища Ахсикет IX – начало III в.: дис. ... канд. ист. наук. М., 1985. 165 с.
31. Плейнер Р. Реконструкция изготовления основных видов железных предметов. URL: www.dhblackthimth.narod.ru/triovj.htm
32. Рузанов В.Д., Бураков Ю.Ф. Древние рудники и памятники металлургии в горах Кугинтау // ИМКУ. 1997. Вып. 28. С. 173–178.
33. Рындина Н.В. Металлография в археологии // Археология и естественные науки. Материалы и исследования по археологии. М.: Наука. 1965. № 129. С. 119–128.
34. Савельева Т.В. Оседлая культура северных склонов Заилийского Алатау. Алматы: Гылым, 1994. 216 с.
35. Савельева Т.В., Зиняков Н.М. Кузнечное ремесло в городах Илийской долины в IX–XIII вв. (технология обработки железа и железоуглеродистых сплавов) // Известия МН-АН РК. Сер. обществ. наук. 1998. № 1. С. 73–90.
36. Савельева Т.В., Зиняков Н.М., Воякин Д.А. Кузнечное ремесло Северо-Восточного Семиречья. Алматы: Гылым, 1998. 128 с.
37. Самашев З., Григорьев Ф., Жумабекова Г. Древности Алматы. Алматы: ТОО «Археология», 2005. 184 с.
38. Тут Лукреций Кар. О природе вещей / пер. И. Рачинского. М.: «Скорпион», 1904. 231 с.
39. Черников С.С. К вопросу о составе древних бронз Казахстана // СА. 1951. Т. 15. С. 140–161.
40. Черников С.С. Восточный Казахстан в эпоху бронзы // Материалы и исследования по археологии. № 88 / Библиография андроновской культуры. М.–Л.: Наука. 1960. 272 с.
41. Черноусов П.И., Мпельман В.М., Голубев О.В. Металлургия железа в истории цивилизации. М.: Московский институт стали и сплавов, 2005. 423 с.
42. Черных Е.Н. Биокосмические часы археологии. 2010. URL: <http://hbar.phys.msu.ru/gorin/fomenko/chern.htm>
43. Baipakov K.M., Park J.S., Voyakin D.A. Technical Aspects of Bronze Artifacts from the Medieval Otrar Site in Kazakhstan // Izvestiia NAN RK. Seriiia obshchestvennykh nauk. 2008. № 1. P. 235–248 (in Russian).
44. Chunag, A., Gelendordj, E., Park, J. S. Technical Transition observed in Cast Iron Artifacts from Khitan Sites at Bulgan Aimag, Mongolia // Studia Archaeologica. 2006. Vol. 23 (3). P. 155–173 (на монг. яз., резюме на англ. яз.).
45. Craddock P.T. New Light on the Production of Crucible Steel in Asia // Bulletin of the Metals Museum. 1998. Vol. 29. P. 42–49.
45. Gelendordj E., Chunag A., Gordon R.B., Park J.S. Transitions in Cast Iron Technology of the Nomads in Mongolia // JAS. 2007. Vol. 34. P. 1187–1196.
46. Gilmour B. The patterned sword: Its Technology in Medieval Europe and Southern Asia // Proceedings of the International Conference on the Beginnings of the Use on Metals and Alloys. Shimane, 1996. Vol. IV. P. 113–121.

47. Lang J., Craddock P.T., Simpson J. New Evidence for Early Crucible Steel // JHMS. 1998. Vol. 32 (1). P. 8–14.
48. Mei J. Copper and Bronze Metallurgy in Late Prehistoric Xinjiang: Its Cultural Context and Relationship with Neighboring Regions. BAR International Series 865. Oxford: BAR Publishing, 2000. 187 p.
49. Park J.S. Traditional Korean Sword Making as Estimated from the Metallurgical Microstructures of a Privately Owned Sword // Bulletin of the Metals Museum. 2003. Vol. 36. P. 85–98.
50. Park J.S. Traditional Japanese Sword Making from a Tataru Ingots as Estimated from Microstructural Examination // ISIJ International. 2004. Vol. 44. № 6. P. 1040–1048.
51. Park J.S. Steel Making in the Ancient Korean Kingdom of Koguryo // Materials Characterization. 2005. Vol. 54. P. 409–416.
52. Park J.S., Chunag A., Gelendordj E. A Technological Transition in Mongolia Evident in Microstructure, Chemical Composition and Radiocarbon Age of Cast Iron Artifacts // JAS. 2008. Vol. 35. P. 2465–2471.
53. Park J.S., Gordon R.B. Traditions and Transitions in Korean Bronze Technology // JAS. 2007. Vol. 34. P. 1991–2002.
54. Park J.S., Hall M. The Use of White Cast Iron in Ancient Korea // Ians. 2005. Vol. 25. P. 9–13.
55. Park J.S., Nakamura T. Estimation of the Thermal History, Usage and Age of a Korean Cast Iron Artifact // Metals and Materials International. 2004. Vol. 10. № 3. P. 245–251.
56. Park J.S., Voyakin D.A. Cast Iron Technology at Medieval Talgar in Kazakhstan // Известия МОН, НАН РК. Сер. обществ. наук. 2007. № 1. P. 223–236.
57. Park J.S., Voyakin D. The key role of zinc, tin and lead in copper-base objects from medieval Talgar in Kazakhstan // JAS. 2009. № 36. P. 622–628.
58. Pigott V. The Iron Age in Western Iran // The coming of the age of iron. New Heaven: Yale University Press. 1980. P. 417–461.
59. Sherby O.D., Wadsworth J. Ancient Blacsmiths, the Iron Age, Damascus Steels, and Modern Metallurgy // Journal of Materials and Processing Technology. 2001. № 117. P. 347–353.
60. Snodgrass A.M. Iron and Early Metallurgy in the Mediterranean // The coming of the age of iron. New Heaven: Yale University Press. 1980. P. 335–374.
61. Tylecote R.F. Metallurgy in Archaeology: a prehistory of metallurgy in the British Isles. London: Edward Arnold. 1962. 368 p.
62. Tylecote R.F. Furnaces, Crucibles, and Slags // The coming of the age of iron. New Heaven: Yale University Press. 1980. P. 183–228.
63. Tylecote R. A History of Metallurgy // The Institute of Materials. Avon. 1992. 205 p.
64. Van Der Merwe N.J. The Evident of Iron in Africa // The coming of the age of iron. New Heaven: Yale University Press. 1980. P. 463–506.
65. Verhoeven J.D., Pendray A.H., Dauksch W.E. The Key Role of Impurities in Ancient Damascus Steel Blades // JOM. ABI/INFORM Trade & Industry. 1998. Sep. Vol. 50. № 9. P. 58–64.
66. Verhoeven J.D., Pendray A.H., Dauksch W.E. The Continuing Study of Damascus Steel: Bars from the Alwar Armory // JOM. ABI/INFORM Trade & Industry. 2004. Sep. Vol. 56. № 9. C. 17–22.
67. Verhoeven J.D., Peterson D.T. What is a Damascus Steel? // Materials Characterization. 1992. № 29. P. 335–341.