

АРХЕОЛОГИЯ ЕВРАЗИЙСКИХ СТЕПЕЙ

Ю.А. Семькин

**ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ В VIII – НАЧАЛЕ XIII ВВ.**



Академия наук Республики Татарстан
Институт археологии им. А.Х.Халикова АН РТ

АРХЕОЛОГИЯ ЕВРАЗИЙСКИХ СТЕПЕЙ

Выпуск 21

Ю.А. Семькин

**ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ
И КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ВОЛЖСКОЙ
БУЛГАРИИ В VIII – НАЧАЛЕ XIII ВВ.**



Казань – 2015

ББК 63.4
Б 79

Серия «Археология евразийских степей»
Выпуск 21

Редакторы:

А.Г. Ситдиков, Ф.Ш. Хузин (отв. ред.)

Редакционный совет серии:

Ситдиков Айрат Габитович (Казань) – сопредседатель, *Хузин Фаяз Шарипович* (Казань) – сопредседатель, *Артемьева Надежда Григорьевна* (Владивосток), *Афанасьев Геннадий Евгеньевич* (Москва), *Байпаков Карл Молдахметович* (Алматы, Казахстан), *Белорыбкин Геннадий Николаевич* (Пенза), *Боталов Сергей Геннадьевич* (Челябинск), *Волков Игорь Викторович* (Москва), *Гмыря Людмила Борисовна* (Махачкала), *Евглевский Александр Викторович* (Донецк, Украина), *Кляшторный Сергей Григорьевич* (С.-Петербург), *Кызласов Игорь Леонидович* (Москва), *Мухамадиев Азгар Гатауллович* (Казань), *Мыц Виктор Леонидович* (Симферополь, Украина), *Нарожный Евгений Иванович* (Армавир), *Овсянников Владимир Владиславович* (Уфа), *Руденко Константин Александрович* (Казань), *Савинов Дмитрий Глебович* (С.-Петербург), *Табалдиев Кубатбек Шакиевич* (Бишкек, Киргизия), *Татауров Сергей Филиппович* (Омск), *Тихонов Сергей Семенович* (Омск), *Тишкин Алексей Алексеевич* (Барнаул), *Фодор Иштван* (Будапешт, Венгрия), *Худяков Юлий Сергеевич* (Новосибирск).

Семькин Ю.А.

Черная металлургия и кузнечное производство Волжской Булгарии в VIII – начале XIII вв. Серия «Археология евразийских степей». Выпуск 21 / Ф.Ш. Хузин, А.Г.Ситдиков. – Казань: Отечество, 2015; Институт археологии им. А.Х.Халикова АН РТ, 2015. – 168 с., илл., вклейка: 169-228 с.

ISBN 978-5-9222-1001-0

ББК 63.4
Б 79

ISBN 978-5-9222-1001-0

© Институт археологии им. А.Х.Халикова
АН РТ, 2015

© «Отечество», 2014

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее значительных технических достижений человека было освоение технологии металлургического производства железа и стали. Ни медь, ни бронза не смогли обеспечить человека орудиями труда и оружием, способными преодолеть кризис орудийной вооруженности, с которым человечество столкнулось еще в конце неолита. Только железо и сталь оказались теми металлами, которые кардинально изменили ход человеческой истории и до настоящего времени являются основными металлами для обеспечения человеческого общества изделиями из твердых и прочных материалов.

Металлургия железа и кузнечное производство в древних и средневековых обществах являлись важнейшими отраслями производственной деятельности. Уровень их развития напрямую влиял на состояние базовых отраслей хозяйства: земледелия, скотоводства, других промыслов и ремесел, а также на бытовую жизнь, военное дело и обороноспособность общества [Колчин Б.А., 1985. С. 244-245].

По данным археологической науки первое знакомство людей с железом метеоритного происхождения и попытки его использования относятся еще к эпохе энеолита [Терехова Н.Н., 1994. С. 92]. В Среднем Поволжье находка метеоритного железа, в частности, была встречена в одном из погребений Утевского курганного могильника в Самарской области, относящегося к позднему этапу древнеямной культуры [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 57]. Но редчайшие находки метеоритного железа, и отдельные изделия из него не могли оказать сколь-нибудь заметного влияния на социально-экономическое развитие человеческого общества. И, тем не менее, у отдельных древних мастеров-металлургов и кузнецов эпохи палеометалла должно было сформироваться эмпирическое представление о свойствах этого нового и редкого металла. Возможно, выдающиеся свойства изделий из метеоритного железа (несравнимая с медью и бронзой твердость и прочность) сохранялись в памяти поколений и побуждали древних мастеров искать доступные способы получения металлургического железа.

Знакомство человека с металлургическими способами восстановления железа из руд произошло еще в позднем бронзовом веке на территории Передней Азии у халибов и получило развитие на территории Анатолии в Хеттском государстве [Граков Б.Н., 1977. С. 17]. Оттуда через Балканский полуостров и Закавказье металлургия железа стала распространяться в Западной и Восточной Европе. В конце бронзового века на территории Восточной Европы первые изделия из сыродутного железа появляются у населения срубной культуры.

Одним из проблемных вопросов в истории черной металлургии является установление начального этапа освоения металлургии железа на конкретных территориях. В отличие от медных руд, железные руды по территории земного шара распространены значительно шире. Разновидностей железных руд достаточно много: гематит, лимонит, бурый железняк, болотная и луговая руда, сидериты и др. Иногда выходы медной руды как бы перекрыты «железной шапкой», то есть, имеют значительные включения окислов железа [Черных Е.Н., 1972]. Это обстоятельство могло способствовать овладению человеком металлургией железа, так как в ходе металлургического процесса по восстановлению меди сопутствующим продуктом могло оказаться кричное железо [Черных Е.Н. 1972]. Полученное вначале как случайный, сопутствующий продукт металлургии меди, кричное железо после кузнечной переработки оказалось намного более твердым по сравнению с медью и бронзой. Примером такого месторождения меди является рудник бронзового века у с. Михайло-Овсянка в Самарской области [Матвеева Г.И., Колев Ю.И., Королев А.И., 2014]. К проблеме освоения населением Среднего Поволжья металлургии железа имеет отношение металлургический горн у с. Архангельское в Чердаклинском районе Ульяновской области. В 1998 г. на левом берегу Куйбышевского водохранилища в 3 км к северу от с. Архангельское был разрушен металлургический горн ямной конструкции [Семькин Ю.А., Ворона А.А., 2004]. В 2003 г. в ходе археологических раскопок в непосредственной близости от местоположения горна было обнаружено скопление заготовленной железной руды. Эта руда имела признаки предварительного обогащения термообработкой.

Продукцией архангельского горна был металлургический конгломерат, состоявший из восстановленного железа, шлаков, неметаллических включений (рис. 9). Его части были собраны нами на песчаном берегу под обрывом. Основная масса керамического материала –

фрагменты лепной керамики, встреченная в раскопе, датируется концом бронзового – началом раннего железного века (рис. 12). Мы предполагаем, что архангельский горн является одним из наиболее ранних памятников металлургии железа не только в Среднем Поволжье, но и на территории Восточной Европы.

Предлагаемая вниманию читателей монография посвящена истории становления и развития черной металлургии и железообработки у населения Волжской Булгарии в раннебулгарский и домонгольский периоды. В процессе формирования культуры волжских болгар принимали участие представители различных этнокультурных групп. Основным ядром формирующегося волжскобулгарского этноса были группы тюркоязычных раннебулгарских кочевников, которые в Среднем Поволжье вступали в контакт с финно-уграми Прикамья и Приуралья, древними уграми и, возможно, с представителями местного именковского населения [Седов В.В., 2001. С. 5-15]. У всех этих групп населения встречаются достаточно многочисленные и разнообразные изделия из черного металла. Все они в отдельности, еще до консолидации в составе протогосударственного конфедеративного объединения «ранняя Волжская Булгария», обеспечивались железными и стальными изделиями из собственных центров металлургии и железообработки, либо получали их у соседей путем обмена. На этом основании мы предполагаем, что истоки металлургического производства железа и кузнечного дела у волжских болгар стали формироваться задолго до образования самого государства Волжская Булгария у ряда народов, впоследствии вошедших в состав волжско-булгарского этноса.

Хронологические рамки настоящего очерка охватывают отрезок времени, в основном совпадающий с эпохой раннего средневековья (с IV по начало XIII вв. н.э.). По некоторым вопросам, имеющим отношение к проблемам начального этапа местной средневолжской металлургии железа и источникам рудного сырья, мы обращаемся к источникам, относящимся к позднему бронзовому – раннему железному веку.

Территориальные рамки исследования ограничены зоной распространения основных памятников ранней Волжской Булгарии и Волжской Булгарии домонгольского периода.

Считаю своим долгом выразить искреннюю благодарность моим старшим коллегам, оказавшим в свое время максимальное содействие в предоставлении археологических материалов для археометаллографических исследований: В.Ф.Генингу, Г.И. Матвеевой, Е.П. Казакову, М.М. Толмачевой, А.Х. Халикову, Т.А. Хлебниковой, а также сотрудникам лаборатории естественнонаучных методов ИА РАН, научному руководителю моей кандидатской диссертации Н.Н.Тереховой, Л.С. Розановой, В.И. Завьялову, С.В. Кузьминых, помогавшим мне в работе над диссертацией. Особая благодарность научному редактору настоящей книги Ф.Ш. Хузину за ценные советы и внимательные правки текста монографии, а также директору Института археологии АН Татарстана А.Г.Ситдикову, благодаря деловой настойчивости и доброжелательному отношению которого к автору книга оказалась опубликованной.

Г Л А В А П Е Р В А Я

ИСТОРИОГРАФИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИСТОЧНИКИ
И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

1. ИСТОРИОГРАФИЯ

История изучения черной металлообработки Волжской Булгарии берет свое начало со второй половины XIX в. К этому времени в частных и музейных коллекциях был накоплен богатейший материал с памятников Волжской Булгарии, в том числе и продукция металлургического и кузнечного производств [Шпилевский С.М., 1877; Tallgren, 1919].

После 1917 года начались полевые исследования на крупнейших болгарских городищах: Болгарском, Билярском, Суварском, Муромском городке. Особенно широкомасштабные археологические исследования проводились на Болгарском городище под руководством А.П. Смирнова [Смирнов А.П., 1951. С. 168].

Во второй половине 40-х и в 50-е годы XX в. масштабы полевых работ на волжскобулгарских памятниках еще более увеличились в связи с работами по сооружению Куйбышевского водохранилища. На Болгарском городище Куйбышевская археологическая экспедиция под руководством А.П. Смирнова исследовала район металлургического производства железа и чугуна [Ефимова А.М., 1951; 1958]. Здесь были прослежены два разновременных горизонта металлургического производства: 1) X–XI, и 2) конца XII – начала XIV вв. В 1951 году были опубликованы две работы по рассматриваемой теме. В монографии А.П. Смирнова «Волжские болгары» наряду с другими проблемами рассматривались и вопросы развития черной металлургии и металлообработки у волжских болгар [Смирнов А.П., 1951. С. 105]. В ней автор обратил внимание на одну из основных движущих сил, побуждавших болгарскую металлургию и железообработку к развитию. Ей стал переход болгар к плужной обработке земли, что потребовало увеличения количества железных орудий – топоров, сошников [Смирнов А.П., 1951. С. 17]. Здесь следовало бы отметить, что на территории Среднего Поволжья до прихода в регион в конце VII в. раннебулгарских кочевников пашенное земледелие уже практиковали именьковские земледельцы [Старостин П.Н., 1967.; Матвеева Г.И., 1981].

А.П. Смирнов отмечал, что сырьем для черной металлургии у волжских болгар являлся железный колчедан [Смирнов А.П., 1951. С. 114], под которым автор, вероятно, подразумевал бурый железняк. А.П. Смирнов отмечал также, что металлургические мастерские существовали не только в крупных городах, но и на сельских поселениях [Смирнов А.П., 1951. С. 114]. Но исследователь при этом считал, что в сельских металлургических мастерских проводилось восстановление железа и первичная проковка криц. А.П.Смирнов обратил внимание на существование как сельской черной металлургии, так и сельской железообработки [Смирнов А.П., 1951. С. 115]. Автор отмечал, что уровень мастерства сельских и городских кузнецов был различным, о чем свидетельствуют результаты металлографических анализов.

В монографии А.П. Смирнова была дана краткая типологическая характеристика металлургических горнов Волжской Булгарии домонгольского [Смирнов А.П., 1951. С. 108] и золотоордынского [Смирнов А.П., 1951. С. 115] периодов. Для домонгольского времени были характерны низкие сводчатые, наземные глинобитные горны чашевидной формы, а для золотоордынского времени – высокие наземные горны боченкообразной и цилиндрической формы высотой до 3 м. В таких горнах в XIV в. волжскобулгарские металлурги уже получали чугун [Смирнов А.П., 1951. С. 115].

В работе А.П. Смирнова предлагалась также типологическая характеристика некоторых категорий кузнечной продукции волжских болгар: орудий труда, оружия (топоров, секир, наконечников стрел, копий), а также были рассмотрены отдельные моменты практики получения сыродутного железа.

Важной вехой в исследовании истории черной металлургии и металлообработки Волжской Булгарии стали работы А.М. Ефимовой. В 1951 году вышла в свет предварительная

публикация по итогам исследования металлургических сооружений г. Болгара [Ефимова А.М., 1951]. Уже в этой статье было дано описание характерных особенностей металлургических горнов г. Болгара. Однако более подробный анализ сыродутных горнов Болгара был дан в другой обстоятельной работе А.М. Ефимовой, опубликованной в 1958 году [Ефимова А.М. 1958].

Среди археологов, проводивших полевые исследования металлургических объектов Болгара, кроме А.М. Ефимовой и А.П. Смирнова, необходимо отметить З.А. Акчурина и О.С. Хованскую [Акчурина А.М., Ефимова А.М., Смирнов А.П., 1950].

Кроме детального описания устройства сыродутных горнов г. Болгара А.М. Ефимова выделяла среди них две хронологические группы: 1) более ранние – глинобитные, невысокие, сводчатые с чашевидным перекрытием. Они были характерны для XI–XII вв.; 2) цилиндрические и боченкообразные, характерные для конца XIII–XIV вв. [Ефимова А.М., 1958. С. 295].

Исследованные в Болгаре сыродутные горны были хорошо датированы на основе нумизматических материалов [Ефимова А.М., 1958. С. 304]. А.М. Ефимова не ограничилась только описательной стороной устройства сыродутных горнов Болгара, их типологической характеристикой, но и высказала некоторые предположения по поводу производственных отношений между участниками производства железа в Волжской Булгарии. По ее мнению, в металлургической мастерской одновременно должны были работать несколько человек – мастер со своими учениками-подмастерьями [Ефимова А.М., 1958. С. 305].

Положение мастера, по мнению А.М.Ефимовой, отличалось не только его знаниями, навыками и опытом в работе, но и тем, что он, очевидно, являлся владельцем средств производства (горна, инструментария). Это предположение, однако, не имеет каких-либо доказательств и остается только догадкой. Не исключены, как нам кажется, и другие варианты, когда коллектив одной мастерской состоял из близких родственников, а средства производства являлись их коллективной собственностью.

Кроме металлургических проблем в работе А.М. Ефимовой были затронуты и вопросы технологии кузнечного производства волжских болгар. С этой целью металлографическому и химическому анализам было подвергнуто 26 предметов из раскопок Болгарского городища. К этому времени металлографический анализ после успешных работ Б.А. Колчина по исследованию металлургии и металлообработки Древней Руси прочно вошел в обиход естественнонаучных методов в археологии. Однако для исследования железообработки Волжской Булгарии металлография до работ А.М. Ефимовой не применялась.

Но, к сожалению, первый опыт применения металлографии для изучения железообработки Волжской Булгарии оказался не совсем удачным. Дело в том, что аналитические работы проводились металловедом, не знакомым со спецификой технологии средневекового кузнечного производства, а также с методикой микроструктурного исследования средневековой кузнечной продукции, применявшейся Б.А. Колчиным. Это привело к ошибочным выводам в работе А.М. Ефимовой. Среди технологических операций болгарских кузнецов в работе не были отмечены следы важнейшей операции – кузнечной сварки. Были только выявлены признаки цементации и ковка из цельносталей заготовок [Колчин Б.А., 1953. С. 298]. Впрочем, это могло быть результатом незначительной выборки металлографически исследованной коллекции кузнечных изделий.

Тем не менее, опыт применения естественнонаучных методов для изучения истории железообработки Волжской Булгарии имел большое значение. Он открыл новые перспективы в археологии волжских болгар.

Гораздо более удачным моментом в работе А.М. Ефимовой явилось использование результатов химических анализов металлургических железных шлаков с памятников Волжской Булгарии [Ефимова А.М., 1958. С. 292, табл. 2]. На их основании автор пришла к выводу, что исследованные шлаки были характерны для сыродутного металлургического процесса получения железа, и отметила их значительное сходство с древнерусскими железными шлаками [Ефимова А.М., 1958. С. 297]. Работы А.М. Ефимовой имели большое значение в изучении черной металлургии Волжской Булгарии.

Следующий этап в изучении темы нашего исследования был связан с трудами Т.А. Хлебниковой и А.В. Королева. В 1961 году была опубликована их совместная статья «К вопросу о черной металлургии у волжских болгар» [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961]. Эта работа была выполнена на основе результатов химических и металлографических анализов

металлургических шлаков и кузнечных изделий города Болгара, Мало-Пальцинского и Больше-Пальцинского селищ, датируемых в пределах X–XIV вв. В том числе были исследованы кузнечные изделия из древнерусского поселка в Болгарах.

Всего было проанализировано 38 предметов. Из них только 13 изделий подверглись собственно металлографическому анализу. Данная работа была выполнена на высоком методическом уровне. Лабораторные исследования проводились в МВТУ им. Баумана и в Институте машиностроения Академии наук самим А.В. Королевым – опытным металловедом, хорошо знакомым с методикой металлографических исследований, применяемой Б.А. Колчиным.

Аналитическое исследование коллекции металлургической и кузнечной продукции из 38 предметов привело авторов к важным выводам. Было установлено, что в кузнечной продукции из древнерусского поселка второй половины XIII–XIV вв. из Болгара нет существенных особенностей по сравнению с другими болгарскими изделиями. В работе рассматриваются общие вопросы металлургии железа – проблема обеспечения этого производства сырьем: рудой, топливом, флюсами. Повышенное содержание в шлаках фосфора свидетельствовало, по мнению авторов, о применении в металлургии железа в основном болотной руды [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 160]. Но не исключалась и возможность применения бурых железняков – руд, которые также содержат повышенное количество фосфора.

Т.А. Хлебникова и А.В. Королев обратили также внимание на присутствие в проанализированных изделиях волжских болгар предметов с повышенным содержанием никеля. Это позволило авторам сделать вывод о том, что болгарские металлурги использовали для производства стали и привозные никелевые руды с Южного Урала, которые использовались в качестве легирующих добавок [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 160].

Такое предположение нам кажется интересным и заманчивым. Однако, на наш взгляд, более вероятным может быть другое предположение. Поскольку средневековым металлургам Волжской Булгарии, как и других территорий Восточной Европы, сложно было осознать значение таких легирующих добавок, как никель, для получения особых сортов стали, то, скорее всего, присутствие никеля в кузнечной продукции волжских болгар свидетельствует об использовании, либо привозного сырья для кузнечных поковок (товарных криц, полуфабрикатов, заготовок), либо сами эти изделия являлись импортной продукцией, изготовленной из металла, полученного из железных руд с включениями никеля. Но в том и в другом случаях химические анализы кузнечных изделий Волжской Булгарии свидетельствуют о торговых контактах населения Среднего Поволжья и Южного Урала уже в X–XI вв.

По вопросу о применении в качестве топлива болгарскими металлургами древесного угля А.В. Королев и Т.А. Хлебникова согласились с аналогичной точкой зрения А.М. Ефимовой. Вывод А.В. Королева и Т.А. Хлебниковой о том, что исходным сырьем в кузнечном производстве Волжской Булгарии было сыродутное железо с большим содержанием шлаковых включений, выдержал испытание временем. Это положение подтверждается и нашим, более значительным фондом аналитических данных.

В работе А.В. Королева и Т.А. Хлебниковой был поставлен вопрос о возможности получения стали в домонгольской Волжской Булгарии металлургическим путем, то есть непосредственно в сыродутных горнах. Авторы отмечали, что болгарские металлурги умели получать металлургическую сталь уже в X–XI вв., о чем свидетельствуют находки изделий, содержащих в металле включения никеля. А поскольку в небольших сыродутных горнах X–XII вв. получать сталь металлургическим путем, по мнению авторов, было делом трудноосуществимым, то предполагалось существование уже в это раннее домонгольское время где-то в районе Пальцинских селищ в Ульяновской области металлургических горнов более совершенных конструкций, аналогичных более крупным горнам второй половины XIII–XIV вв. [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 161]. Однако аналитические данные свидетельствуют о том, что в основной массе стальные изделия ковались из сырцово-неравномерно науглероженной стали, которая могла получаться в металлургических горнах обычного типа. А высококачественная, специально приготовленная сталь у волжских болгар получалась, скорее всего, применением технологии цементации полуфабрикатов и заготовок.

Для истории металлургии Волжской Булгарии большое значение имеет вывод А.В. Королева и Т.А. Хлебниковой о применении в качестве флюсов болгарскими известняками,

что подтверждается аналитическими данными [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 162]. Несмотря на сравнительно небольшую серию металлографически исследованных предметов, авторы высказали ряд метких замечаний. Было отмечено, что при необходимости болгарские кузнецы могли получать и очень чистый, хорошо прокованный металл.

Кроме этого, А.В. Королевым и Т.А. Хлебниковой на основании металлографических анализов было отмечено применение болгарскими кузнецами технологии сварки стальных полос между железными [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 162]. Это опровергало предположение А.М. Ефимовой об отсутствии в болгарском кузнечном технологическом арсенале операции кузнечной сварки. Наряду со сваркой было установлено использование операции цементации железа для получения стальных изделий.

Эти выводы были подтверждены и развиты в работах последующих авторов. А.В. Королев и Т.А. Хлебникова впервые отметили на болгарской кузнечной продукции применение операции пайки медным припоем железных изделий (замков) [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 165].

Т.А. Хлебникова и А.В. Королев подтвердили тезис А.П. Смирнова о том, что между сельским и городским кузнечным производством существовала значительная разница в уровне квалификации. Ниже был уровень квалификации сельских кузнецов. Этот вывод согласуется и с результатами наших наблюдений.

Итоги в исследовании металлургии и железообработки в домонгольской Волжской Булгарии на начало 60-х годов были подведены в кандидатской диссертации Т.А. Хлебниковой, посвященной основным производствам волжских болгар X – начала XIII вв. [Хлебникова Т.А., 1964].

Первая из трех глав диссертации была посвящена черной металлургии и металлообработке. Источниками для написания данной работы послужили как остатки производственных металлургических комплексов, отходы производства, так и различные категории кузнечной продукции волжских болгар. В работе привлечены материалы с наиболее крупных и хорошо археологически исследованных памятников Волжской Булгарии, как сельских поселений, так и городских центров.

Следует отметить, что в диссертации Т.А. Хлебниковой была предложена наиболее полная разработанная к середине 60-х годов типология кузнечных изделий болгар. Эта разработка не потеряла своего значения и до настоящего времени.

Проблему выделения местной кузнечной продукции Волжской Булгарии Т.А. Хлебникова удачно решила с помощью критериев: 1) многочисленности и распространенности их у болгар, 2) своеобразия и распространенности тех или иных форм изделий [Хлебникова Т.А., 1964. С. 4]. Рассмотрение многочисленных коллекций кузнечных изделий показало, что основная их масса является продукцией местных мастеров.

Существенное значение для определения истоков железообрабатывающих традиций Волжской Булгарии имел вывод Т.А. Хлебниковой о том, что болгарское железо в основном унаследовало черты кузнечной продукции пришлого тюркского и тюркизированного населения [Хлебникова Т.А., 1964. С. 7]. Этот вывод был принят автором настоящей работы за основу для дальнейшего поиска традиций железообработки Волжской Булгарии, и он был подтвержден не только на основании типологического сходства, но и сравнения технологии изготовления кузнечной продукции волжских болгар и соседних народов. Т.А. Хлебникова пришла к выводу о том, что влияние на железообработку Волжской Булгарии со стороны местного финского населения было незначительным, а связь с железообработкой Древней Руси может быть прослежена только на примере некоторых форм изделий [Хлебникова Т.А., 1964. С. 7].

При написании настоящей работы автором были использованы результаты металлографических и химических анализов серии кузнечных изделий, и сделан ряд выводов относительно состава технологического кузнечного арсенала волжских болгар (в частности, отмечено применение технологии сварки стальных полос между железными, применение цементации и термообработки). На основании изучения остатков металлургического производства Т.А. Хлебникова сделала вывод о том, что уже в XI в. у болгар произошло отделение металлургии от сельского хозяйства.

С этим выводом, безусловно, следует согласиться, как и с констатацией факта значительной специализации в среде городских кузнецов [Хлебникова Т.А., 1964. С. 9]. Что

касается деревенских кузнецов, то Т.А. Хлебникова пришла к выводу, что они оставались универсалами, но качество их работы было значительно ниже уровня мастерства городских кузнецов [Хлебникова Т.А., 1964. С. 10].

По вопросу организации металлургического и кузнечного ремесла волжских болгар Т.А. Хлебникова предположила существование у них института ученичества. Кроме того, было высказано предположение о существовании в Болгаре уже в XI в. специализированных мастерских по получению сыродутного железа [Хлебникова Т.А., 1964. С. 10]. Эти предположения нашли подтверждение и дальнейшее развитие в настоящей работе. В частности, наши кузнечные эксперименты по изготовлению цилиндрических замков показали необходимость участия в работе двух человек – мастера и его помощника.

Время показало, что большинство выводов Т.А. Хлебниковой, несмотря на немногочисленность металлографических анализов, выдержало испытание временем.

В последующие годы тема исследования истории черной металлургии и металлообработки у волжских болгар долгое время оставалась без дальнейшего развития. Но в это время происходило интенсивное пополнение фонда источников по теме: появилось большое количество новых коллекций кузнечной продукции, были открыты новые объекты металлургического производства. Однако специальных работ после выхода статей А.М. Ефимовой, Т.А. Хлебниковой и А.В. Королева по теме истории металлообработки в Волжской Булгарии до середины 70-х годов XX в. не было.

В эти годы появлялись отдельные публикации, вводившие в научный оборот сведения об объектах металлургического производства в домонгольской Волжской Булгарии.

Остатки железообрабатывающего производства были обнаружены на Тигашевском городище экспедицией Чувашского научно-исследовательского института под руководством Г.А. Федорова-Давыдова [Г.А.Федоров-Давыдов., 1962]. На городище был открыт дом бронзолитейщика и кузнеца, обнаружены оригинальные зубчатые железные шестерни (рис. 40). Рассматривая их возможное назначение, Г.А. Федоров-Давыдов предположил, что они являлись деталями системы натягивания тетивы болгарских арбалетов в X–XII вв. [Федоров-Давыдов Г.А., 1962. С. 61]. Поворотное колесо от системы натяжения самострела является ярким свидетельством высокого уровня технического развития металлообрабатывающего ремесла Волжской Булгарии [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 126].

В первой половине 60-х годов XX в. Чувашский отряд Поволжской археологической экспедиции под руководством А.П. Смирнова и В.Ф. Каховского исследовал городище Хулаш в правобережной части Волжской Булгарии на территории Республики Татарстан [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 5]. Здесь были обнаружены остатки трех сыродутных горнов домонгольского времени и большое количество кузнечных изделий. В публикации результатов исследований городища В.Ф. Каховский и А.П. Смирнов дали общее описание металлургических горнов с городища и изделий кузнечного производства [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 35-42].

С 1967 года начались широкомасштабные исследования Билярского городища Объединенной археологической экспедицией ИЯЛИ им. Г. Ибрагимова Казанского филиала АН СССР и Казанского государственного университета под руководством проф. А.Х. Халикова. В результате этих работ на городище были исследованы остатки усадьбы ремесленников-металлургов [Халиков А.Х., 1976.]. А.Х. Халиков опубликовал сведения об объектах металлургического и железообрабатывающего производства Билярского городища. Впервые в археологии Волжской Булгарии была прослежена конструкция кузнечных горнов (рис. 32). Работы казанских археологов на Билярском городище значительно увеличили объем вещественных источников для изучения технологии кузнечного производства волжских болгар.

С начала 70-х годов археологическая экспедиция Куйбышевского госуниверситета под руководством Г.И. Матвеевой проводила широкомасштабное исследование крупнейшего города южной части домонгольской Волжской Булгарии на Самарской Луке – Муромского городка. За годы исследования памятника на нем были раскопаны остатки металлургического производства – сыродутный горн, аналогичный ранним горнам Болгара. Была также получена богатейшая коллекция кузнечных изделий [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 181-216].

Новый этап в изучении истории черной металлургии и железообработки Волжской Булгарии начинается с конца 70-х годов XX в. В лаборатории естественнонаучных методов

ИА АН СССР М.М. Толмачева провела микроструктурное исследование коллекции кузнечных изделий в количестве 82 предметов, происходящих с Муромского городка. Результаты этих исследований нашли отражение в краткой публикации одного из сборников МОИП [Толмачева М.М., 1982]. Эта работа значительно расширила знания в области технологии кузнечного производства волжских болгар домонгольского периода. В научный оборот были введены сведения о технологии кузнечного производства одного из крупных городских центров Волжской Булгарии на основе аналитических исследований массовой коллекции кузнечного инвентаря.

М.М. Толмачева выявила на болгарской кузнечной продукции набор технологических приемов, включавший в себя, кромековки из кричного железа и мягкой сырцовоы стали, цементацию, ковку из цельностаальных заготовок, пакетный металл, трехслойный пакет, вварку и несколько вариантов наварки [Толмачева М.М., 1982]. Автор пришла к заключению, что кузнечное ремесло рядового города Волжской Булгарии, каким являлся Муромский городок, не отличалось большим разнообразием и не было затронуто экономическими стимулами [Толмачева М.М., 1982. С. 62].

В целом кузнечное производство Муромского городка, по мнению М.М. Толмачевой, находилось в иной сфере технических навыков и достижений, чем железообработка Древней Руси, что было обусловлено принадлежностью к миру иных этнокультурных традиций.

Несмотря на сжатый объем публикации, эта работа стала еще одним значительным этапом в дальнейшем исследовании железообработки Волжской Булгарии.

В 80-е годы и в начале 90-х годов XX в. автором настоящей работы проводятся экспериментальные работы по выяснению назначения некоторых загадочных кузнечных изделий [Семыкин Ю.А., 1982], исследуются памятники металлургии железа у населения именьковской культуры в Среднем Поволжье [Семыкин Ю.А., 1986], а также проводятся микроструктурные металлографические исследования кузнечных коллекций с памятников Среднего Поволжья, хронологически охватывающих время от V в. I тыс. н.э. и до XIV в. За прошедшие десятилетия автором были проанализированы кузнечные изделия из могильников раннебулгарского периода: Танкеевского, Больше-Тарханского, Новинковского [Семыкин Ю.А., 1988; 1992; 1995]; древневенгерского Больше-Тиганского могильника [Семыкин Ю.А., Терехова Н.Н., 1994. С. 56-62.], а также с поселений и городов Волжской Булгарии [Казаков Е.П., Семыкин Ю.А., 1989. С. 123-132; Семыкин Ю.А., 1991; 1996]. Самостоятельной темой, имеющей непосредственное отношение к изучению волжскобулгарской железообработки, является создание типологии кузнечной продукции. Работы в этом направлении, начатые А.П. Смирновым [1951. С. 106-112] и продолженные Т.А. Хлебниковой [1964], получили дальнейшее развитие в трудах В.Ф. Генинга, А.Х. Халикова [1964], Е.П. Казакова [1991], Ф.Ш. Хузина, Р.Ф. Шарифуллина и др. [см.: Культура Биляра, 1985], Л.С. Савченковой [1996], И.Л.Измайлова [1997], К.А. Руденко [2001; 2002].

В 1980-е годы казанские археологи опубликовали коллективную монографию, в которой в систематизированном виде представлены коллекции болгарских орудий труда и оружия X–XIII вв. из Биляра [Культура Биляра, 1985]. В 1991–1992 годах вышли две монографии Е.П.Казакова, в которых систематизированы в подробные типологические схемы кузнечные изделия памятников ранних болгар VIII–X вв. и сельских болгарских памятников низовий Камы X–XIII вв. [Казаков Е.П., 1991; 1992], в 2001 и 2002 годах К.А. Руденко были опубликованы работы, в которых представлены типологические разработки многих категорий кузнечной продукции волжских болгар [К.А. Руденко, 2001; 2002].

Эти работы являются для нас базовыми при типологическом описании металлографически исследованных кузнечных коллекций.

2. ИСТОЧНИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сведения письменных источников по истории металлургии и кузнечного дела Волжской Булгарии отрывочны и малоинформативны. Поэтому для реконструкции истории становления металлургии и железообработки средневекового населения Среднего Поволжья необходимо привлечение всего комплекса источников – письменных, археологических и этнографических.

Из письменных источников, оставленных в основном арабскими путешественниками и географами, следует, что в домонгольский период железообработка Волжской Булгарии достигла весьма высокого уровня развития.

К началу X в. относится сообщение секретаря Багдадского посольства Ахмеда ибн-Фадлана о ввозе черного металла в Волжскую Булгарию из Хорезма в начале X в. Ибн Фадлан пишет, что тюрок Тегин, оказавший в Багдаде протекцию посольству болгарского царя Алмуша в организации аудиенции у халифа Муктадира, в свое время торговал черным металлом в «стране неверных» [Ковалевский А.П., 1956. С. 123]. До 922 г. «страной неверных» была также Волжская Булгария. Вероятно, этот факт свидетельствует о некотором дефиците качественного черного металла (высокоуглеродистой стали?), который в начале своего становления испытывало молодое Булгарское государство.

Но в дальнейшем металлургия железа и кузнечное производство достигли в своем развитии уровня ремесла, способного поставлять свою продукцию не только на внутренний, но и внешний рынок. Так, арабский географ ал-Мукаддаси сообщает об импортной торговле болгар предметами вооружения из черного металла – саблями и кольчугами [Шпилевский С.М., 1877. С. 117]. О высоком уровне мастерства болгарских кузнецов сообщает Абу Хамид ал-Гарнати, посетивший Волжскую Булгарию в 1135 году [Путешествие Абу Хамида ал-Гарнати, 1971. С. 154]. Весьма ценную информацию о технологии получения стали содержит трактат хорезмийского средневекового ученого ал-Бируни [Беленицкий А.М., 1950. С. 139-144; Колчин Б. А., 1950, С. 145-152].

Однако основными источниками для реконструкции истории металлургии железа и железообработки являются все же вещественные материалы – объекты металлургии железа и кузнечного производства (производственные сооружения – металлургические и кузнечные горны, отходы металлургии железа – железные шлаки), а также собственно кузнечная продукция, полученные в результате археологических исследований.

Для изучения проблем черной металлургии Волжской Булгарии мы привлекаем сведения об объектах металлургического производства Среднего Поволжья, Прикамья, а также других соседних территорий добулгарского и булгарского времени.

До прихода раннебулгарских кочевых группировок в Среднее Поволжье основным оседло-земледельческим населением здесь были племена именьковской археологической культуры [Старостин П.Н., 1967; Матвеева Г.И., 1981]. В археологической литературе, наряду с другими, существует точка зрения о раннеславянской этнической принадлежности именьковских племен и о возможном их участии в этногенезе волжских болгар [Кляшторный С.Г., Старостин П.Н., 2002]. В этой связи исследование истории железообработки Волжской Булгарии требует привлечения археологических источников, полученных в результате изучения именьковских памятников.

В работе привлечены опубликованные сведения об объектах металлургии железа и железообработки со следующих памятников Среднего Поволжья и Восточной Европы.

К древнейшим памятникам металлургии железа Среднего Поволжья, использованным в настоящей монографии, относятся металлургический горн и остатки металлургии железа, исследованные автором у с. Архангельское в Чердаклинском районе Ульяновской области [Семькин Ю.А., Ворона А.А., 2004. С. 127-135].

К эпохе раннего средневековья добулгарского времени относятся объекты металлургии железа именьковской культурной принадлежности: остатки черной металлургии на Комаровских I и II поселениях, на Староалейкинском селище (шлаки и металлургические крицы), зафиксированные в междуречье Волги и Свияги в Ульяновском районе Ульяновской области.

Металлургические горны именьковской культуры исследованы на Рождественском селище и Маклашеевском городище в Республике Татарстан на левобережье Волги [Старостин П.Н., 1967]; у с. Кармалы на Самарской Луке и на Шигонском поселении в Самарской области [Семькин Ю.А., 1986; 1998], на селище у с. Морга в Мордовии, на Гулюшевском селище [Степанов П.Д., 1967], на Болтаевском селище в Сурском районе Ульяновской области [Буров Г.М., 1972], на пос. Красная Поляна в Старомайском районе Ульяновской области.

Для исследования проблемы черной металлургии Волжской Булгарии были привлечены сведения об объектах металлургического производства Среднего Поволжья: Татарстана,

Чувашии, Ульяновской, Самарской областей, Прикамья, Мордовии, а также других соседних территорий добулгарского и булгарского времени. Работа базируется также на результатах выполненных автором анализов кузнечных изделий, хранящихся в следующих фондах и собраниях:

1. Новинковский курганный могильник конца VII – первой половины VIII в. Памятник расположен на Самарской Луке к югу от дороги между с. Рождествено и д. Новинки. Г.И. Матвеева выделяла на Самарской Луке памятники новинковского типа, которые представлены несколькими курганными и бескурганными могильниками [Матвеева Г.И., 1997].

Курганные группы состоят от двух до нескольких десятков насыпей с каменными обкладками и камнями в насыпях [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 153]. Вокруг курганов иногда прослеживаются кольцевые ровики, под насыпями – следы кострищ. Количество погребений под курганами – от одного до восьми. Ориентировка погребенных в ямах – головами на северо-восток или восток в вытянутом на спине положении. Центральные погребения – мужские. В погребениях вместе с предметами конской сбруи встречено вооружение (сабли, наконечники стрел, топор, ножи).

Керамика в курганах двух типов: лепные горшковидные сосуды с примесью шамота и пальцевыми защипами по венчику. Встречены два лепных кувшина, но с подправкой на гончарном круге.

Г.И. Матвеева связывает памятники новинковского типа с раннебулгарским населением первой волны их миграции. Предполагаемое время появления булгар в Среднем Поволжье – конец VII в. [Васильев И.Б., Матвеева Г.И. 1986. С. 161; Матвеева Г.И., 1997. С. 85 и сл.]. Точка зрения Г.И. Матвеевой нашла поддержку у ряда исследователей (Багаутдинов Р.С., Богачев А.В., Зубов С.Э., 1998. С. 150 и сл.; Ф.Ш. Хузин, 2006. С. 36-37).

Однако Е.П. Казаков не склонен относить памятники новинковского типа к собственно булгарским, полагая, что они оставлены одной из групп кочевого населения Хазарского каганата [Казаков Е.П., 1992. С. 81]. С датировкой их концом VII – первой половиной VIII в. Е.П. Казаков согласен.

Несмотря на спорность вопроса об этнокультурной принадлежности памятников новинковского типа, мы рассматриваем технологические особенности изготовления кузнечной продукции из Новинковского могильника в рамках исследования проблемы кузнечного производства волжских булгар. Металлографически исследованная коллекция состоит из 46 предметов (табл. I). Место хранения коллекции – фонды кабинета археологии Самарского государственного университета.

2. Больше-Тарханский I грунтовый могильник. Памятник расположен в Правобережье Волги на окраине села Большие Тарханы Тетюшского района республики Татарстан [Генинг В.Ф., Халиков А.Х., 1964. С. 5]. На площади могильника с 1950 по 1960 годы В.Ф. Генингом и А.Х. Халиковым исследовано 358 погребений, относящихся к культуре ранних булгар.

Памятник датируется второй половиной VIII – первой половиной IX вв. [Генинг В.Ф., Халиков А.Х., 1964. С. 63]. Погребения были совершены в основном в ямах прямоугольной формы с преимущественной ориентацией по оси В–З или с небольшими от нее отклонениями. Среди могильных ям выделяются ямы простые и с заплечиками.

Погребенные лежали на спине, преимущественно головами на запад. В 101 погребении обнаружены глиняные сосуды или их обломки. Чаще всего они ставились в изголовье. В небольшом количестве в погребениях встречались орудия труда, оружие и украшения. Из кузнечных изделий были встречены остатки конской сбруи (стремена, удила, псалии), орудия труда и предметы быта (пешня, ножи, серп, шило, кресала), предметы вооружения (два наконечника копий, две сабли, кинжал, наконечники стрел).

В.Ф. Генинг и А.Х. Халиков считали, что Больше-Тарханский могильник был оставлен группой булгарского населения, откочевавшего из Подонья или Приазовья в конце VII – начале VIII вв. [Генинг В.Ф., Халиков А.Х., 1964. С. 66]. С булгарской этнической принадлежностью Больше-Тарханского I могильника согласно большинство исследователей.

Коллекция кузнечных изделий, прошедшая металлографическое исследование, состоит из 35 предметов (табл. II). Вещи хранятся в фондах кабинета археологии Казанского (Приволжского) федерального университета.

3. Абрамовское поселение расположено в Майнском районе Ульяновской области на левом берегу речки Сельдь, левого притока р. Свияга в 350 м от с. Абрамовка. Поселение занимает пологий склон надпойменной террасы.

Культурный слой содержит находки срубной культуры. На территории памятника исследованы две землянки и могильник-жертвенник эпохи бронзы [Вискалин А.В., Семькин Ю.А., 1991; Ледяйкин В.И., Семькин Ю.А., 1988]. В верхних слоях заполнения землянки № 2 были обнаружены керамика, кузнечные изделия и железные шлаки, относящиеся к культуре ранних булгар. По аналогиям с материалами Больше-Тарханского могильника раннебулгарский комплекс Абрамовского поселения датируется второй половиной VIII–IX вв. [Семькин Ю.А., 1996. С. 67].

Абрамовское поселение исследовалось отрядом экспедиции Ульяновского педагогического института в 1984–1986 гг. под руководством автора. Для металлографического исследования были отобраны два предмета с Абрамовского поселения (табл. VI). Коллекция находок хранится в фондах музея-заповедника «Родина В.И. Ленина» в г. Ульяновске.

4. Больше-Тиганский грунтовый могильник (вторая половина VIII–IX вв). Памятник расположен в 300 м к востоку от северо-восточного угла с. Средние Тиганы в Алексеевском районе Республики Татарстан. Исследовался Е.А. Халиковой и А.Х. Халиковым в 1974–1981 гг. [Халикова Е.А., 1976; Chalikova E.A., Chalikov A.H., 1981].

Всего в могильнике изучено более 140 погребений, интерпретированных как древнененгерские. В погребениях содержались богатые наборы украшений, лепной керамики позднекушнаренковского облика, вооружения всадников (сабли, наконечники стрел), ножи, предметы конской упряжи (удила, стремена, пряжки).

Е.П. Казаков рассматривает угорское позднекушнаренковское население, с которым связывается Больше-Тиганский могильник, в качестве одного из значительных этнических компонентов формирования культуры ранней Волжской Булгарии на первом этапе раннеболгарского периода [Казаков Е.П., 1992. С. 242]. В этой связи в настоящей работе рассматриваются результаты металлографического исследования кузнечных изделий из Больше-Тиганского могильника в количестве 27 предметов (табл. IV) [Семькин Ю.А., Терехова Н.Н., 1994. С. 56-62.]. Коллекция хранится в фондах кабинета археологии Казанского (Приволжского) федерального университета.

5. Могильник у 116 километра. Разрушенный при строительных работах грунтовый могильник был выявлен в г. Куйбышеве [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 165]. В могильнике были обнаружены украшения (поясные накладки, браслет), предметы конской упряжи (стремя, трензельное кольцо). Из предметов вооружения в погребении встречены два наконечника стрел и сабля.

Г.И. Матвеева относит погребение у 116-го километра к населению кушнаренковской культуры, датируя его второй половиной VIII – первой половиной IX вв. [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986, С. 165]. Е.П. Казаков также связывает погребение у 116-го километра с населением угорской этнической принадлежности и относит его к первому этапу раннебулгарского периода, датируя второй половиной VIII – первой половиной IX вв. [Казаков Е.П., 1992. С. 33].

Для металлографического исследования были отобраны 4 предмета из коллекции (табл. V). Место хранения коллекции – фонды кабинета археологии Самарского государственного университета.

По разным причинам не были привлечены для исследования коллекции нескольких памятников Среднего Поволжья, относящихся к первому этапу раннебулгарского периода. К сожалению, для нас оказалась недоступна коллекция из Кайбельского могильника [Смирнов А.П., Мерперт Н.Я., 1954. С. 35]. В очень плохой сохранности кузнечный инвентарь из погребения у разъезда Немчанка [Матвеева Г.И., 1977. С. 54], и Уреньского II могильника [Багаутдинов Р., Набоков А., 1993. С. 13].

Всего, таким образом, исследовано 114 предметов первого этапа. Среди них 46 кузнечных изделий из Новинковского могильника конца VII – первой половины VIII в., которые имеют много общего с раннебулгарской кузнечной традицией.

Ко второму этапу раннебулгарского периода (вторая половина IX – первая половина X вв.) относится только коллекция кузнечных изделий Танкеевского могильника.

6. Танкеевский могильник расположен на левом возвышенном берегу речки Большая Рытвина, впадающей в р. Утка (левый берег Волги) на южной окраине с. Танкеевка Спасского

района Республики Татарстан [Казаков Е.П., Старостин П.Н., Халиков А.Х., 1987. С. 154]. Исследования проводились под руководством Е.А. Халиковой и Е.П. Казакова.

Грунтовый могильник занимает площадь примерно около 22 тыс. кв. м. и, предположительно, насчитывает около 6 тыс. языческих и мусульманских раннебулгарских захоронений второй половины IX–X в. Стационарно исследуется казанскими археологами с 1961 г. [Казаков Е.П., 1972. С. 72; Chalikova E.A., Kazakov E.P., 1977].

К 1987 году на памятнике было исследовано около 1200 погребений. В могильнике представлены как языческие захоронения, включающие погребения болгаро-салтовского и финно-угорского приуральского населения, представленного кушнаренковскими и полемскими материалами, так и раннемусульманские захоронения.

Языческие захоронения совершены в узких и длинных ямах глубиной до 140–220 см. Погребенные, ориентированные головой на запад, сопровождаются многочисленным инвентарем: глиняной и деревянной посудой, серебряными погребальными масками, предметами конского снаряжения, оружием, орудиями труда, украшениями и т.д.

Во многих погребениях встречаются черепа и конечности лошадей. Материалы Танкеевского могильника, оставленного одной из этнических групп населения формирующегося государства Волжская Булгария, имеют важнейшее значение для изучения начального этапа истории этого государства. Соответственно, исследование кузнечных изделий, происходящих из этого памятника, позволяет определить особенности технологии кузнечного производства у одной из крупнейших этнических группировок формирующегося государства во второй половине IX – начале X вв.

Коллекция кузнечных изделий из Танкеевского могильника, отобранная для металлографического исследования, насчитывает 61 экземпляр (табл. III). Место ее хранения – фонды Музея археологии Татарстана при Институте археологии им. А.Х. Халикова АН РТ.

7. Старокуйбышевское I селище X–XIII вв. расположено в 4,5 км к западу от старого места г. Куйбышева – райцентра ТАССР на левом берегу р. Бездны, левого притока Волги [Казаков Е.П., 1991. С. 22]. Памятник обследован экспедицией КФАН под руководством Н.Ф. Калинина в 1946 г. Кроме того, сборы с памятника производились Е.П. Казаковым.

Среди прочих предметов культуры волжских булгар имеется много изделий кузнечного производства. Коллекция, прошедшая металлографическое обследование, представлена 7 предметами (табл. VII).

8. Старокуйбышевское IV селище находится в Спасском районе республики Татарстан к северу от Старокуйбышевского городища на правом берегу р. Бездна (левого притока Волги [Казаков Е.П., 1991. С. 22]. Площадь селища – около 100000 кв. м. Памятник обследовался ТАЭ с 1961 года.

На селище выявлен культурный слой мощностью до 45 см под слоем дерна (10 см). Культурный слой волжских булгар с селища датируется Е.П. Казаковым второй половиной домонгольского времени [Казаков Е.П., 1991. С. 31]. Среди различных предметов волжских булгар с памятника происходят интересные остатки сельской металлургии железа – огромные скопления железных криц, приготовленных, вероятно, для реализации (рис. 29-30) [Казаков Е.П. 1991. С. 43].

Для металлографического анализа с памятника были отобраны два ножа и одна пряжка (табл. VII). Коллекция хранится в фондах Музея археологии Татарстана при Институте археологии им. А.Х. Халикова АН РТ.

9. Старо-Куйбышевское городище находится на правом берегу р. Бездна, левого притока Волги, рядом с бывшим г. Куйбышев (Спасск) в Спасском районе Республики Татарстан [Казаков Е.П., Старостин П.Н., Халиков А.Х., 1987. С. 148].

Площадь городища, расположенного на надпойменной террасе, – 17200 кв. м. Мощность культурного слоя достигает 1 м. На памятнике выявлены материалы именьковской культуры и домонгольской Волжской Булгарии. В результате многолетних охранных раскопок получены богатые коллекции керамики, предметов кузнечного производства, изделий из цветного металла, кости, стекла. Памятник датируется XII – началом XIII вв.

Городище исследуется казанскими археологами с 1945 г. по настоящее время. Для металлографического исследования с памятника отобрано два предмета – конские удила (табл. VII).

10. Семеновское I селище расположено в 2,5 км к северо-западу от с. Измери Спасского района Республики Татарстан [Казаков Е.П., 1991. С. 18]. В настоящее время оно расположено на северо-восточной оконечности Семеновского острова в акватории Куйбышевского водохранилища и занимает площадь 400 x 240 м. Памятник относится к культуре Волжской Булгарии и датируется X–XI вв. [Казаков Е.П. 1991. С. 30]. Мощность культурного слоя составляет 80 см. Из разрушенного водохранилищем культурного слоя селища собрано большое количество вещей, нумизматического материала – арабские дирхемы X–XI в. (по определению Г.А. Федорова-Давыдова), а также изделия кузнечного производства.

Коллекция, подвергшаяся металлографическому исследованию с памятника, представлена 13 предметами (табл. VII).

11. Мурзихинское селище домонгольского периода Волжской Булгарии (X–XIII вв.) находится в 1,5 км к западу от Мурзихинской бывшей паромной переправы на левом берегу Камы в Алексеевском районе республики Татарстан [Фахрутдинов Р.Г., 1975. С. 138]. Площадь 50000 кв. м. Сборы с территории поселения представлены большим количеством предметов волжскобулгарской культуры. Среди них много кузнечных изделий.

Металлографическому анализу подверглось 13 ножей с памятника (табл. VII). Коллекция хранится в фондах Музея археологии Татарстана при Институте археологии им. А.Х. Халикова АН РТ.

12. Измерское V селище расположено на левом берегу Волги недалеко от с. Измери. Памятник относится к культуре Волжской Булгарии и датируется Е.П. Казаковым второй половиной X – первой половиной XI вв.

На памятнике собран материал, включающий изделия кузнечного производства. Коллекция, прошедшая металлографическое исследование, состоит из 17 предметов (табл. VII), [Семыкин Ю.А., Казаков Е.П., 1989. С. 124].

13. Селище Челкасы расположено около д. Челкасы в Аликовском районе Республики Чувашия. Исследовалось Чувашским отрядом Поволжской археологической экспедиции в 1967–1968 гг. под руководством А.П. Смирнова и В.Ф. Каховского [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 134]. Памятник датируется домонгольским временем и относится к культуре Волжской Булгарии. Среди многочисленных сооружений на памятнике исследованы два сырдутных горна.

14. Муромский городок (Валынское городище) расположен в 2,5 км к северо-западу от с. Валы Ставропольского района Самарской области в верховьях Яблоневого оврага на Самарской Луке [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 168]. Площадь городища 150 га. Город, возникший в X веке, был разрушен монголо-татарами в 1236 году [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 172].

Памятник обследовался в 1928–1929 гг. экспедицией Общества истории, археологии, этнографии и естествознания при Самарском университете под руководством В.В. Гольмстен. С 1971 года городище исследовалось экспедицией Куйбышевского (ныне - Самарского) университета под руководством Г.И. Матвеевой, в последние годы – экспедицией Самарского областного историко-краеведческого музея им. П.В. Алабина под руководством А.Ф. Кочкиной. В результате получен богатый материал, в том числе изделия кузнечного производства, остатки металлургического производства меди и железа.

Коллекция, прошедшая микроструктурное исследование, состоит из 96 предметов. Из них 80 исследованы М.М. Толмачевой [1982.], 13 – металловедом Поташниковым и 3 – автором [Семыкин Ю.А., Казаков Е.П., 1989]. Материалы хранятся в фондах кабинета археологии и музея археологии и этнографии Самарского государственного университета.

15. Билярское городище расположено на левом берегу р. Малый Черемшан, правого притока р. Б. Черемшан, правого притока р. Волга в Алексеевском районе Республики Татарстан [Археологические памятники, 1990. С. 47]. Памятник находится на юго-восточной стороне села Билярск. Огромное городище, занимающее вместе с посадом площадь около 10 млн. кв. м, обнесено мощной системой оборонительных сооружений протяженностью около 11 км. По предположению А.Х. Халикова, Биляр являлся столицей Волжской Булгарии в X – начале XIII вв. под названием «Булгар» или «Великий город» [Исследования Великого города, 1976. С. 3; Биляр – столица, 1991].

Городище датируется в пределах с X в. по первую треть XIII в. В 1236 году столица Волжской Булгарии Великий город был уничтожен в результате монголо-татарского нашествия

и больше на этом месте не восстанавливался [Хузин Ф.Ш., 1995. С. 106 и сл.]. Археологические исследования поселений в окрестностях Биляра свидетельствуют, однако, о том, что здесь болгарское население оставалось и в золотоордынскую эпоху.

Первые научные раскопки Биляра проводились в 1915 году П.А. Пономаревым [1919] и в 1928 г. А.С. Башкировым [1929]. Но полномасштабные исследования городища начались только в 1967 году Объединенной археологической экспедицией ИЯЛИ им. Г. Ибрагимова Казанского филиала АН СССР и Казанского государственного университета под руководством проф. А.Х. Халикова. За годы исследований на городище вскрыто около 20000 кв. м площади, изучены кирпичные здания, остатки деревянных построек, фортификационные сооружения, городские некрополи и другие объекты. Был получен богатейший материал по истории металлургии и обработки железа Волжской Булгарии X–XIII вв.: остатки металлургических и кузнечных горнов, многочисленные предметы кузнечного производства [Халиков А.Х., 1976.].

Для металлографического исследования в работе была привлечена коллекция изделий из Биляра в количестве 217 предметов. Местом хранения коллекции является музей Билярского городища Билярского государственного историко-археологического и природного музея-заповедника.

16. Болгарское городище («Великие Болгары») расположено в Спасском районе Республики Татарстан на левом берегу Волги в 30 км южнее устья Камы [Казаков Е.П., Старостин П.Н., Халиков А.Х., 1987. С. 141]. Площадь городища в пределах оборонительных укреплений, возведенных в XIV в., 3800000 кв. м.

Болгарское городище являлось, по мнению ряда исследователей, столицей Волжской Булгарии уже в X–XI вв., а затем, во второй половине XIII–XIV вв. – центром Болгарского улуса Золотой Орды [Город Болгар, 1987. С. 3].

Городище исследовалось в 1938–1971 годах Куйбышевской и Поволжской археологической экспедицией под руководством А.П. Смирнова, с 1972 года – Поволжской археологической экспедицией под руководством Г.А. Федорова-Давыдова, с конца 1980-х годов – экспедицией Болгарского государственного историко-архитектурного заповедника под руководством Т.А. Хлебниковой и Р.Ф. Шарифуллина.

В результате многолетних исследований разработана стратиграфическая шкала городища [Хлебникова Т.А., 1987, С. 35]. Древнейший слой VI, выявленный на площади около 90–120 тыс. кв. м, отложен в X–XI вв., вышележащий слой V, прослеженный на площади около 350–400 тыс. кв. м, относится к периоду XII – начала XIII вв. В 1236 году монголо-татары взяли и сожгли Болгар, о чем свидетельствуют следы пожарищ во многих частях домонгольской территории городища. Но к концу XIII в. город был вновь восстановлен и в середине XIV в. достиг своего расцвета. В золотоордынский период жизни города отложился слой IV [Город Болгар, 1987. С. 4].

В разные годы исследований на территории городища были выявлены остатки металлургического производства железа XI–XII вв., XIII–XIV вв., а также получен огромный вещевой материал, в том числе железные изделия, являющиеся важнейшими источниками для исследования кузнечного производства. Их изучению была посвящена отдельная работа автора [Семыкин Ю.А., 1996].

Микроструктурно исследовано 155 предметов с Болгарского городища. В данной же работе привлечены только сведения об объектах металлургии железа.

17. Городище Хулаш находится в Тетюшском районе Республики Татарстан на правом берегу р. Кильны, притока р. Свияга, в 3 км к западу от с. Кошки-Новотимбаево [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 5]. Памятник исследовался Чувашским отрядом Поволжской археологической экспедиции под руководством А.П. Смирнова и В.Ф. Каховского в 1962–1965 гг. Вскрыто около 5 тыс. кв.м. площади. Городище относится к культуре волжских болгар домонгольского периода и датируется в пределах X–XII вв. [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 73].

Коллекция металлических изделий с городища составляет 944 предмета, в том числе большое количество кузнечной продукции. Но нам не удалось привлечь для микроструктурного исследования изделия из железа с городища Хулаш, и в работе используются только данные об объектах металлургического производства этого памятника, где были исследованы остатки трех сыродутных горнов [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 35].

Кроме археологических источников в работе были использованы отдельные сведения письменных источников, сообщающих о металлургическом и кузнечном производстве Волжской Булгарии. Эти сведения весьма фрагментарны, но весьма важны, так как дают ценную информацию о роли железообрабатывающего производства в домонгольской Волжской Булгарии, о развитии международной торговли изделиями металлургического и кузнечного производства. К числу авторов, кратко затрагивающих вопросы металлургии и железообработки у волжских болгар, принадлежит Ибн Фадлан [Ковалевский А.П., 1956].

3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных в работе задач были использованы результаты химических и металлографических анализов кузнечной продукции волжских болгар. В качестве дополнительного метода применялось также экспериментальное моделирование металлургических и кузнечных технологических процессов.

Систематизация артефактов металлургического производства и кузнечной продукции проводилась с помощью традиционного типологического метода. Однако основным методом, применявшимся в работе, был металлографический, разработанный Б.А. Колчиным и успешно применяемый в археологии до сегодняшнего дня [Колчин Б.А., 1953. С. 10].

После публикации фундаментальных работ Б.А. Колчина металлография нашла широкое применение не только в отечественной, но и в зарубежной археологии. Значительный вклад в развитие методики металлографического метода в археологии был сделан Р. Плейнером [Pleiner R., 1962], И. Пясковским [Piaskowski I., 1963], Р. Томсенем [Thomsen R., 1971]. Определенный вклад в развитие методики археологического микроструктурного метода с применением микрозондирования шлифов был сделан М.Ф. Гуриным [Гурин М.Ф., 1977].

Суть металлографического метода неоднократно освещалась в специальной литературе [Колчин Б.А., 1953. С. 10, 86], но здесь уместно дать его краткую характеристику.

Для установления сырья для поковки и технологии изготовления какого-либо кузнечного изделия выпиливается образец, предпочтительно из рабочей части предмета, так как именно здесь, как правило, наблюдается применение специальных видов технологий, повышающих эксплуатационные свойства изделий.

Следующим этапом исследования является механическая обработка образца до состояния, позволяющего произвести его макро- и микроструктурный оптический анализ. Эта обработка заключается в установке образца в специальную обойму и дальнейшую его шлифовку и полировку. В нашем случае образцы заливались в обойму эпоксидной смолой или в сплав Вуда, а шлифовка производилась на наждачной бумаге с уменьшающейся зернистостью до нулевого значения. Полировка образцов производилась на шлифовальном станке на войлочных дисках, смачиваемых водной суспензией окиси хрома.

После механической обработки образца следующим этапом является собственно оптический анализ. Макроанализ шлифов в нашем исследовании проводился на бинокулярной лупе МБС-9, а микроскопическое исследование – на металлографическом микроскопе МИМ-7, прошедшем некоторую модернизацию. Эта модернизация заключалась в установке на оптическом окулярном тубусе, предназначенном для визуального наблюдения насадки, позволяющей производить фотографирование микроструктур образцов не только на фотопластинки, но и на фотопленку при помощи зеркального фотоаппарата Зенит-Е. Фотографирование производилось на фотопленки Микрат-200 и Микрат-300.

Кроме того, на микроскопе МИМ-7 наряду со штатными объективами, дающими увеличение от 80 крат и более, был установлен объектив И50У-3,5/50 от фотоувеличителя с фокусным расстоянием от 3,5 до 50 см, что позволило значительно увеличить наблюдаемое в окуляре поле шлифа при сохранении того же принципа отражения света от поверхности наблюдаемого образца, что и при работе со штатными объективами.

В результате стало возможным производить макрофотографирование шлифов при небольших увеличениях (менее 50 крат), но при этом сохраняются видимыми особенности той или иной структуры металла. На бинокулярном микроскопе при наблюдении шлифа в косом отраженном свете такой эффект получить сложно.

Следует добавить, что для работы с объективом И50У-3,5/50 нам пришлось сделать подставку для размещения образца на приборном столике микроскопа МИМ-7, чтобы привести положение наблюдаемого шлифа в соответствие с фокусным расстоянием объектива. Подобная модернизация позволила использовать надежный в работе микроскоп МИМ-7 не только для микроскопического, но и для макрокопического анализа.

На рисунках 86–87 представлены образцы макрофотографий, полученных с помощью модернизированного микроскопа МИМ-7. Вначале шлифы анализировались в нетравленном состоянии. После этого поверхность шлифов подвергалась травлению 3-х и 5-ти процентным раствором азотной кислоты в этиловом спирте. Металлографический анализ сопровождался параллельным замером микротвердости выявленных структур на микротвердомере ПМТ-3.

Следует сказать, что часть металлографических анализов была выполнена автором в Лаборатории естественнонаучных методов Института археологии РАН, но основной объем металлографических анализов был проведен автором в Лаборатории археологии Ульяновского государственного педагогического университета.

В ряде случаев данные металлографии подкреплялись в нашей работе опытами экспериментального моделирования, о чем будет сказано в следующей главе. Перспективность применения таких методов в археологии продемонстрирована в ряде работ [Колчин Б.А., Круг О.Ю., 1965; Коробкова Г.Ф., 1978.]. Нам удалось, в частности, на результатах своих экспериментов убедиться в том, что сварочные швы между полосами кричного железа могут быть почти неразличимы и угадываться только по вытянутым цепочкам шлаковых включений, хотя кузнечная сварка в ходе экспериментов была достоверно выполнена.

В 1980-е годы археологи-металловеды, работающие в Лаборатории естественнонаучных методов Института археологии РАН, апробировали в процессе металлографических анализов химическое травление исследуемых шлифов реактивом Стеда, позволяющим выявить фосфорные ликвации [Завьялов В.И., Розанова Л.С., 1990. С. 7, 33, 92, 155]. Результаты применения реактива Стеда позволили сделать важные выводы о том, что средневековые кузнецы Восточной Европы эмпирическим путем установили влияние фосфора на увеличение твердости железа. Хотя в нашем исследовании травление шлифов реактивом Стеда не применялось, факты использования высокофосфористого железа кузнецами Волжской Булгарии были зарегистрированы химическими анализами болгарской кузнечной продукции [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 160].

Г Л А В А В Т О Р А Я

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С МЕТАЛЛУРГИЕЙ И ОБРАБОТКОЙ ЖЕЛЕЗА

В археологических памятниках металлургические объекты представлены, как правило, в сильно фрагментированном виде, что значительно затрудняет возможности достоверных реконструкций. В этой связи особое значение приобретает моделирование древних приемов железообработки.

Для решения ряда проблем, поставленных в нашей работе, было необходимо детально и на практике проверить ряд общих положений и конкретных выводов, связанных с техникой металлургии железа и кузнечного производства.

С этой целью автором были предприняты экспериментальные работы по добыче сырья для восстановления железа – железной руды, ее дальнейшему обогащению; получению топлива – древесного угля; изготовлению сыродутного горна ямной конструкции; проведению сыродутного процесса восстановления железа, а также первичной проковке сыродутной крицы.

Кроме того, были промоделированы некоторые кузнечные и слесарные операции по дальнейшей обработке железной крицы и получению готовой кузнечной продукции: ножей, наконечников стрел, топора, копья, цилиндрического замка с ключом, спусковых крючков для арбалетов болгарского типа. Были изготовлены также реплики самих арбалетов. При изготовлении этих предметов были опробованы технологические приемы кузнечной сварки и пайки железа медным припоем.

1. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЫРОДУТНОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА, ЗАГОТОВКИ РУДЫ И ТОПЛИВА

Работы, связанные с металлургическим производством железа, включают в себя ряд самостоятельных операций: 1) разведку и добычу сырья – железной руды; 2) заготовку дров и выжигание древесного угля; 3) изготовление металлургического горна, его сушку и обжиг; 4) разжигание горна, его загрузку углем и рудой (шихтой); 5) регулирование подачи воздуха и слежение за протеканием сыродутного металлургического процесса; 6) извлечение из горнового пространства образовавшейся крицы и ее первичная проковка с целью уплотнения железа и выжимания из нее шлаков.

Наши экспериментальные работы были проведены на базе археологической экспедиции Ульяновского государственного педагогического института и университета в Барышском, Старомайском и Ульяновском районах Ульяновской области, в условиях стационарных кузниц в городах Самаре, Ульяновске, а также в экспериментальной кузнечной мастерской в Болгарском государственном историко-архитектурном музее-заповеднике.

Важнейшим условием и необходимой предпосылкой успешного развития металлургии железа и металлообработки в средневековье было наличие легкодоступных источников сырья – железной руды, флюсов и топлива. Для территории Среднего Поволжья основным видом сырья для черной металлургии в рассматриваемую эпоху были бурые железняки (лимонит), которые встречаются в следующих видах: собственно бурого железняка, болотной или луговой (дерновой) и озерной руды [Колчин Б.А., 1953. С. 36]. В результате археологических разведок в Среднем Поволжье было выявлено несколько выходов железной руды в ее разных видах (рис. 2). В Ульяновской области нам известны выходы луговых железных руд, сосредоточенных в поймах рек Урень, Утка, Майна, Черемшан, Малая Свяга, Сельдь. Особенно показательным месторождением луговой железной руды, выявленной автором на левом берегу р. Рытвины в Старомайском районе Ульяновской области недалеко от Танкеевского болгарского городища (рис. 3-6).

Эти руды залегают пластами и их можно выявить под дерном, либо в береговых обнажениях. В 1985 г. следы металлургического производства раннеболгарского времени были выявлены автором в пойме реки Сельдь (левого притока реки Свияга) у с. Абрамовка [Ледяйкин В.И., Семькин Ю.А., 1988]. Значительные выходы железной руды болотного происхождения в 1984 г. были выявлены автором в Барышском районе Ульяновской области. Это местонахождение расположено в пойме р. Малой Свияги, в 1,5 км от села Старотимошкино выше по течению на левом и правом берегах. Руда здесь имеет болотное происхождение. В образцах руды отчетливо заметны трубчатые конкреции окиси железа. Но в настоящее время пласты руды в пойме Свияги залегают неглубоко от поверхности под дерном, и поэтому могут быть отнесены к луговому типу. Луговая руда здесь находится отдельными скоплениями в виде линз, а в обнажениях береговых склонов – прослойками толщиной до 25–30 см.

В 2007 г. в Ульяновской области в междуречье Волги и Свияги автором были обнаружены многочисленные выходы сидеритовых железных руд. В результате археологических исследований было установлено, что эти месторождения руд в Правобережье Ульяновского Поволжья использовались металлургами с эпохи раннего средневековья. На некоторых археологических памятниках встречены многочисленные пункты с остатками металлургии железа – на городищах и поселениях эпохи Великого переселения народов: у с. Новая Беденьга, на городищах у с. Комаровка, на городищах у с. Красное Сюдюково и Старое Алейкино. Пункты средневековой металлургии железа с использованием сидеритовой руды выявлены мной и на Правобережье Волги от с. Ундоры до с. Буераки (в Сенгилеевском районе Ульяновской области).

Как показали результаты наших археологических исследований на II Старотимошкинском поселении, начало освоения населением срубной и абашевской культур этого месторождения железной руды относится еще к концу эпохи бронзы с целью получения сырья для изготовления натурального красителя – охры [Вискалин А.В., Семькин Ю.А., 1991]. Затем, в эпоху раннего железного века и в раннем средневековье, это месторождение не эксплуатировалось. Дальнейшее его использование относится уже к новому времени – XVIII – первой половине XIX вв., когда здесь кустарным способом получали железо.

В 1984 году автором были выполнены первые эксперименты по добыче луговой железной руды, выжиганию древесного угля, изготовлению сыродутного горна ямной конструкции и проведению сыродутного процесса. Все работы, за исключением заготовки руды и дров, были выполнены при участии одного участника эксперимента – автора. Добыча руды осуществлялась открытым способом из линзовидного обнажения, расположенного в 700 м от базы экспедиции. Руда представляла собой бесформенные окатыши рыжего цвета размером с грецкий орех. Куски руды были пронизаны «туннелями» от истлевших корней древних болотных растений, вокруг которых и шел процесс оседания окиси железа. Заготовка руды открытым способом не представляла собой больших сложностей и заключалась в рыхлении и разгребании рудных комьев с помощью пещни и лопаты. Было установлено, что наиболее удобным инструментом для этой работы является пещня с металлическим наконечником (для рыхления породы) и совок (для заполнения рудой тары). Лопата для рыхления руды оказалась неудобна, так как ее режущая грань не способна проникнуть глубоко в слой между отдельными твердыми гранулами руды. Рыхление и загрузка двух ведер руды заняла у нас 40 минут времени.

После доставки руды в лагерь экспедиции она была промыта в проточной воде для удаления из нее многочисленных рыхлых включений глинозема. Эта работа заняла у нас 30 минут.

Затем промытая руда была разложена тонким слоем для просушки под солнцем. На ее сушку потребовалось 3 часа времени.

После этого последовала операция обжига руды над пламенем костра на железном противне. Эта операция проводилась в течение 2 часов.

После этого была проведена операция дробления руды на более мелкие конкреции. На нее ушло 1,5 часа времени. Таким образом, добыча двух ведер руды (около 20 килограммов), ее дальнейшее обогащение заняли 7 часов 40 минут времени.

Следующий этап работ был связан с заготовкой топлива – древесного угля. С этой целью была выкопана яма диаметром 80 см и глубиной 1 м, куда было загружено вертикальными плашками около 0,8 куб. м. сосновых и березовых дров. Дрова были предварительно порезаны на поленья длиной по 50 см и расколоты.

Углежогная яма имела в своей нижней части небольшой воздухоудувный канал. После закладки дров яма была перекрыта железной решеткой и слоем дерна, в котором были оставлены несколько дымоходных отверстий. После разжигания дров через воздухоудувный канал он был перекрыт, и яма дымилась в течение 36 часов, после чего дерновое перекрытие над ямой рассыпалось и рухнуло внутрь нее, что прекратило процесс тления дров.

Оказалось, что перегорело до 50% дров, при этом нижний ярус дров обуглился незначительно. Из ямы было извлечено 35 кг угля хорошего качества. Выжигание угля проводилось нами неоднократно в экспедициях УлГПИ и УлГПУ: в 1988 г. – на Краснореченском поселении, в 1989 г. – на Краснополянском поселении, в 1999 г. – у с. Кременки в Старомайском районе, а в 2010 г. – у с. Новая Беденьга в Ульяновском районе Ульяновской области.

В 1989 году уголь выжигался в яме прямоугольной формы размером 1 x 1 м в плане и глубиной 1,2 м. Здесь из 1 куб. м сосновых и березовых дров после 72 часов углежжения было извлечено около 60 кг угля хорошего качества. Перегорело примерно 65% дров. Остальные дрова, особенно в нижней части ямы, только обгорели, но не дошли до состояния угля. Яма здесь заполнялась вертикальными поленьями.

В 1999 г. выжигание угля осуществлялось в экспериментальной экспедиции у с. Кременки в Старомайском районе Ульяновской области. Уголь здесь выжигался штабельным способом.

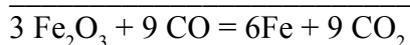
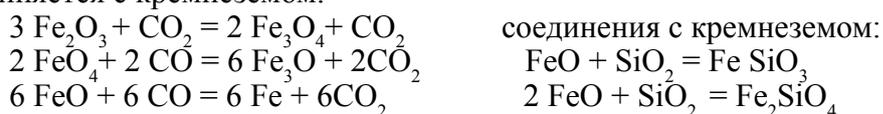
В 2012 г. у с. Новая Беденьга автором были обнаружены выходы железной руды сидеритового происхождения, залегающей в обнажении котлована для сооружения пруда (рис. 7-8). Сидеритовая руда здесь залегаёт в виде крупных глобулярных конкреций весом до 10 кг (рис.). Предпринятые нами работы по добыче здесь сидеритовой руды при участии четырех студентов позволили нам заготовить за 1 день для дальнейших металлургических экспериментов более 250 кг. руды.

В августе 2014 г. автором в Старомайском районе Ульяновской области в урочище «Орлово болото» было обнаружено крупное месторождение железной луговой руды, которая образовалась здесь на дне существовавшего здесь пересохшего болота (рис. 3). Руда здесь залегаёт в береговом обрыве речки Рытвина в виде образований причудливых форм на глубине около 1 м. от поверхности. (рис. 6). Предпринятый нами опыт заготовки руды с помощью лопаты показал достаточно хорошие результаты. Менее чем за полчаса нам удалось добыть ведро руды.

Характерные особенности протекания сыродутного процесса восстановления железа в средневековых древнерусских металлургических горнах подробно рассмотрены в работах Б.А. Колчина и Н.Н. Стосковой [Стоксова Н.Н., 1960].

Б.А. Колчин отметил три основные реакции, происходящие внутри сыродутного горна в процессе восстановления железа из руд: 1) восстановление окиси железа руды до металлического состояния (железа); 2) соединение закиси железа с кремнеземом, глиноземом и другими окислами руды (т.е. процесс ошлакования); 3) поглощение твердым металлическим железом твердого углерода.

Процесс получения металлического железа в сыродутных печах начинался с заполнения их послойно древесным углем и рудой. И так, чередуя уголь с рудой, шихту засыпают до колошника (т.е. до отверстия вверху сыродутного горна). Затем через отверстие в груди печи уголь поджигают. При сгорании угля образуется окись углерода CO и углекислый газ CO₂, которые поднимаются вверх и проходят через вышележащие слои. При этом последовательно проходит ряд реакций, восстанавливающих окись железа до металла. Наряду с этими реакциями происходит соединение основных окислов с кислотными, чаще всего закись железа соединяется с кремнеземом.



Восстановление других окислов (Al₂O₃; CaO; MgO; MnO; P₂O₅) при сыродутном процессе не происходит. Они обычно переходят в шлак, образуя соединения с низкой температурой плавления. Кроме этого, часть углерода поглощается металлическим железом. Но, так как для прохождения этой реакции необходимо длительное время и довольно высокая температура, то на практике поглощение углерода бывает небольшим.

Б.А. Колчин отмечает, что процесс восстановления железа начинается при температуре 450–500° С, а температуры 900° С в печи вполне достаточно, чтобы полностью восстановить окись железа в металлическое железо [Колчин Б.А., 1953. С. 25]. Н.Н. Стоскова полагает, что начало процесса восстановления железа происходит уже при температуре в 200–300° С и наиболее энергично протекает при температуре 900° С [Стоскова Н.Н., 1960].

Следующая особенность сыродутного процесса, по Б.А.Колчину, состоит в том, что отделение пустой породы от железа в сыродутной печи возможно только путем ее расплавления. При этом входящие в состав этой пустой породы кремнезем, глинозем и другие примеси, каждая в отдельности, обладают достаточной высокой температурой плавления, но благодаря их совместному присутствию эта температура значительно снижается, в результате чего начинается процесс ошлакования пустой породы.

Теоретически при сгорании углерода температура в горне может достичь 1420° С, но на практике, по мнению Н.Н. Стосковой, в связи с лучеиспусканием и наличием в воздухе влаги, температура понижается до 1100° С. Однако Б.А. Колчин указывает на факт достижения в древнерусских металлургических сыродутных горнах температуры не ниже 1300–1400°С, о чем свидетельствовали опыты с плавлением металлургических шлаков из Старой Рязани [Колчин Б.А., 1953. С. 25].

Исследователь обращает внимание также на то, что без достижения в горнах (металлургических и кузнечных) температуры ниже 1300–1400° С невозможно было сварить в одну массу большое количество восстановленных зерен железа, находящихся в твердом состоянии и образующих губкообразную металлургическую крицу. В тоже время Б.А. Колчин обращал внимание на тот факт, что при условии использования в составе металлургической шихты специальных флюсов, таких, как известь, температура начала процесса ошлакования может понизиться до 1030° С. При этом в составе шихты вместе с железом и кремнеземом извести должно быть не меньше 8%.

Еще одна особенность сыродутного процесса – большой процент перехода железа в шлак (до 50%) . Такой высокий процент потери железа во время сыродутного процесса является неизбежным и происходит по двум причинам: 1) из-за присутствия в руде пустой породы, 2) из-за слишком высокой температуры во всем пространстве печи. Отделение пустой породы руды от восстанавливаемого железа возможно только путем ошлакования ее закисью железа, поэтому часть железа уходит на эту реакцию.

Н.Н. Стоскова пишет, что в шлаки переходит не только пустая порода, невосстановленные окислы других металлов, угля, золы, но и часть закиси железа, которая не восстановилась до начала процесса. При образовании жидкой системы частицы невосстановленных окислов железа покрываются слоем жидкости, которая препятствует соприкосновению железа с газом и окислами и тем самым прекращается процесс восстановления железа. Невосстановленные частицы вместе со шлаками стекают вниз, причем, чем выше температура в горновом пространстве, тем больше железа переходит в шлак.

Таким образом, по Н.Н. Стосковой, процесс восстановления железа в сыродутных горнах завершался автоматически после образования внутри горнового пространства жидкой шлакообразной системы. На этом этапе, вероятно, приостанавливался процесс восстановления железа в горнах, конструктивно работавших без выпуска шлака.

Для дальнейшего продолжения металлургического процесса получения железа требовалось осуществить выпуск шлаков, что и было освоено средневековыми металлургами. На этот факт указывают многочисленные скопления металлургических шлаков, сосредоточенных рядом с сыродутными горнами.

В результате экспериментальных работ по физическому моделированию сыродутного процесса восстановления железа, проводившихся в Новгородской археологической экспедиции под руководством Б.А. Колчина, было установлено, что выход металлического железа составил 20% от веса шихты, а шлаков получилось 36% от общего веса руды [Колчин Б.А., Круг О.Ю., 1965. С. 214]. Количество угля не превышает веса руды. Процесс восстановления железа из 65 кг руды завершился за 1,5 часа. Важное значение имеет своевременный выпуск железных шлаков, так как это влияет на полезный выход железа. Восстановленное губчатое железо в сыродутном горне не оседает на дне, а залегает чуть выше под жидкими шлаками.

Б.А. Колчин отмечает, что в горнах, работавших без выпуска шлака, в результате процесса получается ком металлургического конгломерата, включающего в себя шлаки, губчатое железо

и куски угля. Для отделения железа из конгломерата необходима была вторичная операция по отделению шлака и дальнейшее уплотнение губчатого железа [Колчин Б.А., Круг О.Ю., 1965. С. 215]. Проковка крицы являлась самостоятельной операцией, требующей специальных горнов и применения флюсов.

Металлургический горн для нашего эксперимента по восстановлению железа был сооружен на основе реконструкции горна именьковского времени, исследованного на Кармалинском поселении [Семькин Ю.А., 1986]. Правда, размеры экспериментального горна были меньше, чем у горна Кармалинского поселения. Горн имел ямную шахтовую конструкцию. Для его сооружения была выкопана вертикальная цилиндрическая яма диаметром 25 и глубиной 35 см. В нижней части шахты горна был сооружен воздуходувный канал подковообразной формы. Стенки шахты горна были укреплены деревянными прутьями и обмазаны раствором глины с примесью песка. В верхней части горна вокруг жерла шахты был вылеплен валик из огнеупорного глиняного раствора. Горн просушивался в течение двух суток, затем был обожжен изнутри костром из дров. При этом внутри горна возникла мощная тяга без применения мехов.

После этого горн был опробован на предмет достижения высокой температуры, для чего кроме обычных дров были использованы древесные угли. В результате было установлено, что в течение двух часов в верхней части горна достигалась температура около 900° С при естественной тяге воздуха (температура определялась по цвету калия железа).

Для опытной плавки в шахту горна было загружено 3 кг угля и 5 кг руды. После возгорания угля через 2 часа сверху еще было досыпано 6 кг углей и 2 кг руды. Температура в шахте горна во время процесса составляла, примерно, 900° С. После прогорания угля в шахту горна было досыпано еще около 5 кг. В нижней части горна жидкообразных шлаков не наблюдалось.

Через 9 часов после начала процесса металлургический эксперимент был приостановлен. После остывания шахты горна из нее была извлечена спекшаяся шлакообразная масса темно-серого цвета, в которой не наблюдалось участков восстановленного железа. В этой связи данный эксперимент был признан неудачным.

Следует сказать, что и в экспериментах Б.А. Колчина некоторые плавки были неудачными. Вероятно, для успешного протекания процесса восстановления железа необходимо было применение металлургических флюсов, например, извести.

Положительным результатом данного эксперимента было определение возможности достижения в горне ямного типа с естественной воздушной тягой температуры около 900° С, достаточной для начала сыродутного процесса.

2. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ КУЗНЕЧНОГО ГОРНА И ПРОКОВКЕ ЖЕЛЕЗНЫХ КРИЦ

В русле проведения серии экспериментов, связанных с кузнечным производством волжских болгар автором был осуществлен эксперимент по изготовлению и опробованию на практике реплики кузнечного горна. В качестве основы для изготовления реплики горна мы использовали реконструкцию кузнечного горна, предложенную А.Х. Халиковым на материалах Биляра. По мнению А.Х. Халикова, кузнечные горны Биляра были устроены следующим образом: «в неглубокую яму, которая копалась на утрамбованном грунте, вмазывалась глина слоем в 5 см, так что получалась облицованная глиной выемка диаметром 30–35 см. Сверху горн перекрывался глиняным сферическим куполом. При переходе к куполу в стенках оставляли отверстия-продухи для сопел и мехов.

Внутри такого горна, очевидно, достигалась достаточно высокая температура, о чем свидетельствуют оплавленные внутренние стенки, имеющие зеленоватый оттенок. Отсутствие на них медистой накипи свидетельствует об их использовании в качестве кузнечных горнов» [Халиков А.Х., 1976. С. 70].

Для проверки рабочих качеств кузнечного горна такого типа летом 1988 года в археологической экспедиции Ульяновского пединститута была изготовлена экспериментальная реплика подобного горна. В процессе эксперимента были использованы два варианта воздушного дутья: 1) естественного, 2) искусственного.

Искусственное дутье осуществлялось с помощью изготовленных нами камерных клинчатых мехов. В качестве топлива использовался древесный уголь, выжигание которого проводилось здесь же в экспедиции ямным способом.

Эксперименты показали, что даже с естественным воздушным дутьем при сгорании древесного угля внутри кузнечного горна с куполообразным глинобитным перекрытием создается очень высокая температура, достаточная для прогрева небольших поковок. Для нагрева же массивных поковок или криц необходимо было применение искусственного дутья.

Реплика кузнечного горна была использована автором для отдельных экспериментов кузнечного характера –ковки ножа, наконечников стрел, проковки мелких кусков губчатого железа. О них будет сказано ниже.

Следующим экспериментом были опыты по проковке железных криц. В связи с тем, что в результате наших металлургических экспериментов по указанным выше причинам не удалось получить металлургическую крицу восстановленного железа, для дальнейших экспериментов были использованы готовые железные крицы, происходящие из археологических средневековых материалов.

Одной из задач этих экспериментов являлось получение технико-технологических характеристик артефактов на разных стадиях обработки черного металла для уточнения таких понятий, как крица, полуфабрикат, заготовка. Это актуально в связи с тем, что в публикациях очень часто эти понятия подменяют друг друга. Сплошь и рядом за крицу вообще принимают шлаковые образования. Между тем неправильная интерпретация таких объектов может повлечь за собой искажение историко-технологических выводов [Розанова Л.С., Семькин Ю.А., Терехова Н.Н., 1989].

При проведении опытов была намечена следующая схема работ: проковка железной металлургической крицы с целью ее уплотнения и получения металлического полуфабриката (уточнение оптимальных температурных режимов, влияния различных флюсов), рубка полуфабриката, изготовление заготовки конкретного изделия (цельнометаллическая, сварная), формовка изделия.

В опытах по физическому моделированию были использованы археологические находки из Новгорода и с территории Волжской Булгарии. В Новгороде в 1976 году при археологических работах было обнаружено скопление криц (31 экз.) в слое XIV в. Крицы хорошо сохранились, имеют стандартную лепешкообразную форму. Причем одна сторона у них выпуклая, другая вогнутая. Диаметр криц равен 13–14 см, толщина – 5–6 см. Вес криц колебался в пределах 2700–3000 г. Общий вес всех найденных криц достигал 85 кг.

Кроме этого для экспериментов нами была использована железная крица, происходящая с памятника волжских болгар домонгольского периода – Краснополянского поселения в Старомайском районе Ульяновской области. Форма крицы – подчетырёхугольная, а вес ее составлял 820 г.

Экспериментальные работы проводились при участии трех человек: исследователя-экспериментатора (автора настоящей работы, имеющего 4-й разряд слесаря-инструментальщика и навык в кузнечном деле, а также двух профессиональных кузнецов – В.И. Басова и ульяновского кузнеца А. Анатольева).

Работы проводились в условиях стационарных кузниц индустриально-педагогического техникума в г. Самаре, художественно-промышленного училища г. Суздаля и в ульяновском кузнечном дворе «Корч».

Оборудование кузниц состояло из стационарных кузнечных горнов с регулируемым электромеханическим нагнетанием воздуха. Инструментарий кузниц состоял из набора кузнечных кувалд различного веса (3–4 кг), молотов-ручников, кузнечных клещей, наковален. Полученные образцы на всех стадиях обработки крицы подвергались металлографическому анализу.

До начала эксперимента две новгородские крицы были распилены пополам с целью изучения внутренней макроструктуры. На поперечном срезе обоих образцов макроструктура оказалась аналогичной: крупные пустоты (до 1 см длиной и 0,5 см шириной), мелкие округлые поры, расположенные в основном по осевой горизонтальной линии. На одном из образцов обнаружен кусочек древесного угля (21,5 см).

В первом опыте, кроме автора настоящей работы, принимал участие еще один помощник – учебный мастер техникума. Этот опыт оказался неудачным. Крица была нагрета до яркого

светло-желтого каления и перенесена большими кузнечными клещами на наковальню, где подверглась проковке кувалдой в течение 2 минут только по плоской поверхности. В результате этого на ее поверхности образовались глубокие трещины, а после второго нагрева и проковки в том же направлении крица распалась на мелкие куски.

Причиной ее разрушения явились недостаточность и неравномерность нагрева крицы, а также одинаковая направленность ударов кувалдой. Металлографическое исследование образца, взятого с одного из кусков этой крицы, показало, что изменений в ее структуре не произошло (не заварены пустоты, сохранилась пористость, форма шлаковых включений не деформирована).

Один из образцов этой крицы был подвергнут дальнейшей проковке после нагрева до ярко-белого цвета с искрением металла. Флюс не употреблялся. В результате был получен небольшой стержень из кричного железа. Микроскопическое исследование этого образца показало существенные изменения в микроструктуре: на месте пустот появились следы заварки в виде коротких и изогнутых линий, исчезли крупные поры, шлаковые включения измельчены, их количество уменьшилось.

В ходе последующих кузнечных операций с промежуточными нагревами из этого образца был сформован небольшой нож. Микроскопическое исследование образца, взятого с поперечного сечения лезвия, выявило значительную вытянутость шлаковых включений и ориентировку их в направленииковки. Следов заварки и пор обнаружено не было.

Еще одна новгородская крица была подвергнута обработке с учетом допущенных в первом опыте ошибок. После неоднократного нагрева (семь раз) до ярко-белого каления, чередующегося с ковкой (положение крицы при этом менялось под углом в 90°) удалось получить полуфабрикат подквадратной формы.

Микроскопическая характеристика его структуры была аналогична той, которую мы наблюдали при исследовании вышеописанного образца. На проковку крицы было затрачено 90 минут времени, из них на собственно ковку – 18 минут, а остальное время ушло на нагрев крицы.

Следующий опыт проводился с участием профессионального кузнеца В.И. Басова. Кроме ручной кувалды в этом эксперименте применялся большой механический молот и в продолжение нагревов в пламени горна поверхность крицы неоднократно посыпалась речным песком.

В результатековки, которая продолжалась в течение 60 минут, был получен брусок железного полуфабриката. После каждого нагрева крицы плоскость, по которой наносились удары, менялась под углом в 90° . Микроскопическое исследование образца, взятого с поперечного сечения бруска, обнаружило следы заварки крупных пустот, микропоры, значительное количество шлаковых включений.

Еще одна экспериментальная проковка крицы была проведена в Ульяновском кузнечном дворе «Корч» при участии автора работы и кузнеца-профессионала А. Анатольева. В данном случае для проковки была взята крица, происходящая с домонгольского поселения волжских болгар Красная Поляна. Начальный вес крицы составлял 820 гр., а форма – неправильно-подпрямоугольная.

Ковка продолжалась в течение 1 часа, из которых 51 минута была затрачена на нагрев крицы до сварочной температуры, которая определялась визуально по ярко-белому искрению металла. Собственно ковка заняла 1 минуту 57 секунд. Остальное время было занято регулировкой пламени горна, подсыпанием в горн угля (кокса) и переносом крицы из горна на наковальню и обратно. Всего было произведено 11 нагревов крицы, продолжительность которых колебалась от 8 до 3 минут. При этом в началековки продолжительность нагревов была больше, чем в ее конце. Времяковки после каждого нагрева также было различным и колебалось от 30 секунд в начале, до 5–7 секунд в концековки. Уменьшение моментов нагрева и проковки крицы было связано с уменьшением общего веса крицы, что происходило за счет выжимания из нее шлаковых и неметаллических включений, а также в результате угара металла и образования окалины.

Отметим, что во время пятого нагрева крицы на ее поверхность со всех сторон насыпался сварочный флюс – речной песок. Флюс употреблялся также еще в четырех нагревах. В результате проковки крицы образовался брусок железа прямоугольной формы – полуфабрикат весом 220 гр.

Микроскопическое изучение образца крицы до проковки выявило большое количество шлаковых и неметаллических включений, крупных пор и пустот. Местами в крице попадались куски древесного угля, попавшего в нее из металлургического горна. Анализ образца после окончания проковки крицы показал, что на всем поле шлифа образовалась однородная мелкозернистая ферритовая микроструктура с участками незначительного науглероживания.

После получения бруска железа-полуфабриката из него была откована заготовка трехслойного пакетного блока из однородных полос металла. Для этого брусок полуфабрикатного железа вытянули в полосу, затем согнули ее втрое, и после нагрева до ярко-белого цвета железо со всех сторон было посыпано флюсом – речным песком. После этого была проведена операция кузнечной сварки с помощью кузнечных клещей и молота-ручника. Для завершения операции кузнечной сварки потребовалось провести три нагрева и проковки, на что ушло 20 минут времени.

Металлографический анализ пакетной заготовки показал следующую картину: на основном поле шлифа присутствует мелкозернистый феррит (балл зерна = 6–7 ед.). По периметру шлифа располагаются участки незначительного поверхностного науглероживания с содержанием углерода 0,1–0,2%. Вдоль оси шлифа сверху вниз опускаются вытянутые узкие цепочки шлаковых включений, среди которых прослеживаются следы сварочных швов.

Из пакетной заготовки был откован нож средних размеров. Металлографический анализ образца, взятого с лезвия этого ножа, показал такую картину. На всем поле шлифа наблюдается однородная ферритная структура (балл зерна = 5–6 ед.). На одном краю шлифа наблюдается участок незначительного науглероживания – феррито-перлит. Четких следов сварочных швов не наблюдается, но они угадываются по цепочкам вытянутых вдоль оси шлифа шлаковых включений.

Следующий этап эксперимента включал воспроизведение технологии трехслойного пакета. Технология трехслойного пакета была одной из ведущих в древнерусском ремесле IX–XII вв. Смысл той технологии заключался в получении самозатачивающегося лезвия. Этот эксперимент был проведен при участии кузнеца В.И. Басова. Для получения нужной заготовки в этом случае в блок способом кузнечной сварки были соединены три полосы: две железные и одна стальная между ними. Для изготовления железных полос был использован металл бруска, полученного в ходе проковки новгородской крицы, а стальная полоса была изготовлена из современной нелегированной стали. Заготовку разогревали до сварочного жара, в качестве флюса использовался кварцевый песок.

Микроскопическое исследование образца, взятого с поперечного сечения заготовки, обнаружило тонкие чистые сварочные швы, разделяющие железные и стальную полосы. За пределами сварочного шва иногда наблюдается диффузия углерода на фоне ферритной структуры. Шлаковые включения в железных полосах имеют вытянутые в направленииковки очертания.

Полученная заготовка была использована при изготовлении ножа по типу древнерусского. Потребовалось не менее 10 нагревов. В момент каждого нагрева использовался флюс – кварцевый песок. По окончанииковки изделие было закалено в холодной воде.

На все операции, начиная с изготовления заготовки трехслойного пакета, было затрачено 50 минут. Образец для микроскопического исследования не вырезался. После небольшой рихтовки и слесарной обработки нож был заточен на точильном круге. Нож оказался пригодным для использования в быту, не требуя заточки лезвия.

3. ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ПАЙКЕ ЖЕЛЕЗА МЕДЬЮ

Следующий эксперимент был направлен на моделирование пайки железа медным припоем. Отметим, что пайка медным припоем являлась основным технологическим приемом, употреблявшимся средневековыми кузнецами для соединения деталей пружинных замков, широко распространенных в Волжской Булгарии, Древней Руси, в Скандинавии, Британии. Цель эксперимента состояла в получении монолитного паяного медного шва между двумя полосами кричного железа. В задачу эксперимента входило определение оптимальных условий технологического процесса пайки. Нагрев деталей проводился в кузнечном горне, и дополнительно – с помощью ацетиленовой газовой горелки. В эксперименте принимали

участие два человека, в том числе автор работы. Оборудование, применявшееся в эксперименте, состояло из кузнечного горна, наковальни, молота-ручника, кузнечных клещей двух типов, слесарного зубила, пинцета, вольфрамового тигля для пробной плавки медного припоя, полосы железа, откованной из большого железного штыря (из археологической коллекции с домонгольского памятника волжских булгар – Муромского городка).

В качестве припоя использовалась пластинка чистой меди (современный металл). Для контрольной плавки меди использовалась ацетилено-кислородная газовая горелка. Программой эксперимента предусматривалось изготовление из полосы кричного железа втулки с железным же колечком. Между ними было вставлено тонкое медное колечко – припой.

Эксперимент предусматривал три варианта решения задачи. Первый предполагал нагрев всей конструкции до температуры плавления меди (т.е. до 1085° С). Второй вариант состоял в нагреве изделия до той же температуры. Одновременно на раскаленный шов насыпался флюс (бура). И третий вариант предполагал предварительное обмеднение соединяемых железных деталей с дальнейшим их нагревом до такой же температуры.

Не останавливаясь подробно на процессе подготовительных операций для эксперимента, затронем только моменты по осуществлению его различных вариантов. Для выполнения первого варианта эксперимента весь блок деталей был зажат кузнечными клещами и помещен в пламя горна в вертикальном положении. Опыт показал, что при такой высокой температуре, которая нужна была для плавления медного припоя, оказалось очень затруднено непосредственное наблюдение за изделием на близком расстоянии, что было необходимо для того, чтобы уловить момент плавления медного припоя. Поэтому было решено осуществить локальный нагрев места паяного шва газовой горелкой, преимущество которой перед кузнечным горном заключалось в возможности регулировать температуру локального нагрева шва. При этом было очень удобно наблюдать момент плавления медного припоя. Хотя применение современного источника нагрева и исказило в какой-то степени чистоту эксперимента, но зато позволило выполнить его в целом.

В результате проведения первого варианта эксперимента установлено, что таким образом получить паяный шов невозможно, так как медный припой, не соединяясь с железом, стекает вниз.

Второй вариант этого эксперимента, при котором в момент плавления медного припоя на шов посыпался флюс (бура), также не дал желаемого результата. Хотя медь и плавилась, однако не соединялась с железными деталями.

И, наконец, третий вариант проводился следующим образом. В вольфрамовом тигле на пламени горна были расплавлены медные опилки. Затем в эту медь были погружены предварительно зачищенные и раскаленные добела покрытые флюсом заготовки. После остывания деталей на их поверхности образовался тонкий слой медного покрытия. Места предполагаемого стыка были зачищены напильником, затем детали соединили вместе, зажали клещами и нагрели в пламени горелки до плавления припоя.

После остывания оказалось, что детали плотно соединились друг с другом. Зачистка шва на наждачном круге показала наличие плотного медного шва. Поэтому третий вариант нашего эксперимента был признан удачным. Его результаты позволяют уточнить некоторые неясные моменты технологии пайки медным припоем в металлообрабатывающем ремесле средневековья. В частности, это относится к технологии изготовления пружинных цилиндрических замков, широко распространенных как в Древней Руси, так и в Волжской Булгарии.

4. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Следующий эксперимент был связан с моделированием технологии изготовления одной из самых сложных категорий кузнечно-слесарной продукции – навесных цилиндрических замков [Колчин Б.А., 1953. С. 154]. Типологические схемы навесных и накладных средневековых замков исследовались Б.А. Рыбаковым, Б.А. Колчиным и Л.Р. Розенфельдтом [Рыбаков Б.А., 1948; Колчин Б.А., 1953. С. 154; Розенфельдт Л.Р., 1953]. Б.А. Колчиным на основании визуально-морфологического, а также металлографического анализов была предложена реконструкция технологического процесса изготовления навесных пружинных цилиндрических замков

[Колчин Б.А., 1953. С. 155-156]. Наиболее детально была рассмотрена технология изготовления замков типа «В» по типологии Б.А. Колчина (рис. 34). Однако, основанная на результатах внешнего осмотра конструкции замков и данных металлографии, эта технологическая схема может быть дополнена данными, полученными в ходе экспериментального физического моделирования изготовления замка в натуральную величину и в реальных условиях (рис. 37). Такие работы были выполнены автором настоящей работы еще в 1979 году в условиях колхозной кузницы с. Уржумское Майнского района Ульяновской области. В эксперименте принимал участие еще один специалист – А.М. Семькин, имевший квалификацию слесаря высокого разряда и богатый практический опыт в кузнечном деле. Оборудование и инструментарий кузницы состоял из открытого горна с электромеханическим нагнетанием воздуха, большой кузнечной наковальни, кувалды, молота-ручника, зубила, напильников, пробойников, железного тигля.

Целью эксперимента было осуществление на практике технологического кузнечно-слесарного процесса изготовления реплики цилиндрического пружинного замка типа В (по Б.А. Колчину). Выбор замка этого типа для эксперимента был обусловлен тем, что именно подобные замки были наиболее широко распространены как в Древней Руси, так и в Волжской Булгарии. В процессе эксперимента проводился хронометраж отдельных технологических операций, фиксировались затраты необходимых материалов, использование тех или иных инструментов, а также велся учет трудозатрат.

Весь технологический процесс выглядел следующим образом. Первой операцией было изготовление заготовки листового железа. С этой целью из куска железа лепешкообразной формы весом 150 гр. был откован лист железа толщиной 1,5 мм и диаметром 10–12 см. На прогрев и проковку металла ушло 65 минут. Для изготовления заготовок замка потребовалось два таких куска железа.

Следующая операция – раскрой, рубка и опиловка заготовок для большого и малого цилиндров замка (рис. 35: 1, 2). На их изготовление было затрачено 3 часа времени.

Затем при помощи специальных оправок была выполнена гибка большого и малого цилиндров корпуса замка (рис. 36). Эта операция проводилась с нагретыми заготовками, так как холодный металл плохо поддается деформации. На гибку цилиндров ушло 80 минут времени. После гибки и рихтовки возникла необходимость подравнять их торцы напильником, на что ушло 30 минут времени. Для зажима изделий использовались тиски.

Далее последовала операция изготовления соединительной пластины между большим и малым цилиндрами (рис. 35: 3). Ее раскрой, рубка зубилом и опиловка напильником заняли 30 минут времени.

Следующая операция – изготовление доньшек большого и малого цилиндров (рис. 35: 4, 5) и внутренней шайбы (рис. 35: 6). На их изготовление ушло 2,5 часа рабочего времени.

После этого из листового металла были вырублены зубилом и обработаны напильником ребра жесткости (рис. 35: 6–10). На их изготовление ушел 1 час времени.

После изготовления и подгонки всех деталей большого и малого цилиндров мы приступили к их сборке и соединению в одно целое при помощи пайки медным припоем. Пайка проводилась в кузнечном горне, а медные опилки и стружки расплавились в железном тигле. Предварительно омедненные детали припаивались к большому и малому цилиндрам по отдельности. Донце большого и малого цилиндров припаивались в последнюю очередь, так как до подгонки ключа к пружинной системе корпус замка закрыть было нельзя. После того, как все детали были тщательно подогнаны, места швов тщательно зачищены напильником, замок кузнечными клещами был помещен в пламя горна. После нагрева деталей добела места швов были посыпаны флюсом (бурой) и помещены в расплавленную медь в железном тигле. При этом жидкая медь залила все щели соединений и детали спаялись намертво. Таким способом были спаяны все детали большого и малого цилиндров, а впоследствии также шайба на дужке замка (рис. 35: 14).

Операция пайки заняла 4 часа времени. После нее возникла необходимость обработки паяных швов напильником, так как жидкая медь застыла и образовались потеки. На зачистку ушло еще 2 часа.

Следующая операция – изготовление дужки замка, которая состоит из пяти деталей (рис. 62: 13–17). Вначале был откован прут нужного диаметра. Затем с целью устранения неровностей, образовавшихся в процессековки, прут был обработан напильником. Далее тот

конец прута, на котором предполагалось установить пружинную систему, проковывался еще раз до образования на нем плоской пластины. Пруток зажимался в тиски, края и поверхность пластины обрабатывались напильником до нужных размеров. Так была изготовлена база для установки пружинной системы. После этого пруток по шаблону на специальной оправке загибался до подковообразной формы, после чего тот конец дужки, который помещался в малый цилиндр, обрубался до точных размеров зубилом и вновь обрабатывался напильником. После этого последовала операция изготовления верхней шайбы дужки замка (рис. 35: 14). В центре готовой шайбы по диаметру дужки, но с небольшим зазором, с помощью пробойника было пробито отверстие нужного диаметра, и шайба была надета на дужку с того конца, который предназначался для малого цилиндра. Затем шайба доводилась до плоской базы пружинной системы и здесь припаивалась медью к дужке. После этой операции можно было приступить к сборке пружинной системы из заранее изготовленных пружин. В древнерусских замках пружины делались комбинированными: железо- стальными. Для нашего замка были изготовлены цельностальные пружины. Перед сборкой пружинной системы в плоской нижней части дужки и в нижних краях пружин в горячем состоянии пробивались небольшие одинаковые по диаметру отверстия. После этого пружины приклепывались к дужке небольшой клепкой (рис. 35: 17). На изготовление дужки замка было затрачено 4 часа рабочего времени.

Следующей операцией было изготовление ключа к замку. Ключ состоит из двух деталей: 1) стержня – А, 2) шайбы – Б (рис. 35: 18). Вначале ключ подгоняли к пазу в шайбе для большого цилиндра и уже после этого медным припоем было припаяно нижнее донце большого цилиндра (рис. 35: 4, 11). Изготовление ключа, его подгонка и пайка донца большого и малого цилиндров заняли еще 4 часа рабочего времени.

Так в результате кузнечно-слесарного эксперимента был изготовлен цилиндрический замок типа «В». Этот замок показал хорошие рабочие качества. В настоящее время он находится в Национальном музее Республики Татарстан и используется для демонстрации как действующий новодел.

Моделирование в археологии в ряде случаев позволяет решить вопрос о функциональном использовании тех или иных артефактов (предметов), поскольку это оказывается возможным только в результате практических экспериментов с предметами, назначение которых в настоящее время неопределенно. В этой связи весьма характерным оказался пример с определением назначения своеобразных железных предметов, иногда встречаемых в археологических коллекциях с памятников волжских булгар как домонгольского, так и золотоордынского периода. Речь идет о железных пластинах длиной от 19 до 27 см (рис. 39: 1), у которых с одной стороны имеется небольшой крючок, а с другой стороны имеется расплюснутая ковкой плоскость в виде лопаточки. В центральной части детали имеется еще одна плоскость с пазом. Между ней и плоскостью на конце имеется небольшое узкое возвышение. Деталь имеет с одной стороны узкий, плоский стержень, который заканчивается либо крючком, либо колечком (рис. 39: 1). Подобные детали имеются в археологических коллекциях, происходящих с ряда болгарских памятников: Муромского городка, Билярского, Болгарского и Старомайнского городищ.

Рассматривая возможные варианты назначения этих деталей в практическом применении у волжских булгар, мы пришли к выводу о вероятном их использовании в качестве спусковых крючков для арбалетов в спусковом механизме оригинальной конструкции.

Археологические данные свидетельствуют о знакомстве волжских булгар с самострелами еще в домонгольское время. На Тигашевском городище, датируемом X–XI вв., были обнаружены две шестерни от колесоворотов для натягивания тетивы самострелов [Федоров-Давыдов Г.А., 1962. Рис. 60: 3], (рис. 40: 1). В письменных же источниках – русских летописях имеются свидетельства о применении волжскими булгарами арбалета во второй половине XIV в., во время похода русских войск на Болгары в 1376 году: «тое же зимы князь великий Дмитрий Константинович Суздальский посла детей, князя Василья и князя Ивана на Болгары, рекше на Казань, а князь Дмитрий Иванович Московский посла воеводу своего князя Дмитрия Ивановича Волынского и приидоша к Казани месяца марта в шестнадцатый день. Казанцы же изыдоша из граду противу их, стреляюще из луков и из самострелов» [ПСРЛ. Т. XI. СПб, 1897. С. 25].

Следует сказать, что реконструкция спускового механизма болгарского арбалета существенно отличается от спускового механизма западноевропейских арбалетов, у которых

тетива зацеплялась за костяной орех, фиксированный во взведенном состоянии торцом специальной спусковой рукоятки – «козьей ноги» [Кирпичников А.Н., 1976. С. 67-771].

Опыту реконструкции арбалета с болгарским спусковым механизмом была посвящена наша отдельная статья, в которой описан один из возможных вариантов реконструкции спускового механизма [Семькин Ю.А., 1981]. Принцип действия его заключался в том, что деталь помещалась в ложе арбалета в специальном пазу и крепилась на направляющей пластине, которая пропусклась через паз в крючке. Тетива арбалета в натянутом положении зацеплялась за выступающий из ложа наружу крючок и удерживала ее. Для выстрела нужно было нажать рукой на нижнюю плоскость спускового крючка, прижав ее к ложу. При этом верхний крючок ускользал в ложе, освобождая тетиву. Таким образом производился выстрел.

Для проверки этой гипотезы на практике автором была изготовлена действующая модель арбалета с аналогичным спусковым механизмом. С этой целью способом кузнечнойковки был изготовлен спусковой крючок, аналогичный хранящимся в археологических коллекциях. Будучи вставленным в деревянное ложе арбалета, этот крючок показал хорошие рабочие качества. Веревоочная тетива деревянного лука арбалета плавно соскальзывала с крючка (рис. 39: 2). Однако оказалась возможной и другая модификация спускового механизма арбалета с таким же крючком, заканчивающимся сверху не полукольцом, а колечком. Этот вариант позволил нам построить уже иную реконструкцию спускового механизма арбалета. В этой системе стержень крючка при помощи штифта подвижно соединялся с пластинкой, вставленной в направляющую с пазом. Эта подвижная пластинка, как и крючок в первой модификации, выглядывала из ложа арбалета, и за ее выступ цеплялась тетива (рис. 39: 3). Выстрел арбалета производился аналогичным образом, как и в первом варианте спускового крючка.

И этот вариант спускового механизма был проверен нами на действующей модели арбалета, снабженного мощным стальным луком из автомобильной рессоры с силой натяжения около 100 кг (рис. 41). В результате пробных стрельб было установлено, что данный вариант спускового механизма также мог существовать и успешно функционировать в болгарских арбалетах. Однако для натягивания тетивы таких мощных арбалетов необходимы были уже не простые поясные крючки, находки которых известны на территории Среднего Поволжья, а специальные коловороты, детали от которых известны из коллекции с Тигашевского городища (рис. 40: 1).

Кроме собственно арбалетов, нами были изготовлены наконечники стрел, а также поясной крюк для натягивания тетивы арбалета (рис. 40: 2). Пробные стрельбы арбалетов показали их хорошую прицельность и высокую поражающую способность. Технология изготовления спусковых крючков была исследована нами металлографически и описана в соответствующем разделе третьей главы.

Моделирование технологического процесса изготовления двух наконечников стрел показало, что на ковку плоского, листовидного черешкового наконечника с упором потребовался железный пруток весом 50 гр. В процессе егоковки были выполнены следующие операции: 1) нагрев и оттяжка плоскости пера, 2) нагрев и оттяжка черешка, 3) опиловка черешка и чистовая обточка наконечника напильником (рис. 42: 2; рис. 44: 3). Наконечник был изготовлен за 1 час 30 минут одним экспериментатором – автором работы. Были использованы следующие оборудование и инструменты: кузнечный горн, наковальня, кузнечные клещи, плоскогубцы, тиски, зубило, напильник.

На изготовление бронебойного наконечника пирамидальной формы квадратного сечения, черешкового с упором был затрачен 1 час 20 мин. рабочего времени (рис. 42: 1; рис. 44: 4).

В процессе изготовления пики были выполнены следующие операции: 1) оттяжка и расплющивание плоскости для втулки пики, 2) обрубание края трубицы зубилом, 3) гибка втулки наконечника на оправке, 4) формовка наконечника пики квадратного сечения (рис. 43, рис. 44, 2). При изготовлении наконечника пики потребовались те же инструменты, что и для наконечников стрел, и дополнительно – конусовидная железная оправка для сгибания втулки наконечника. В процессе изготовления наконечника пики можно было обойтись силами одного мастера, но более удобным было участие двух человек. Ковка наконечника пики из прутка круглого сечения диаметром 20 мм. заняла 2 часа времени.

И последний эксперимент был связан с изготовлением боевого топорика (рис. 44: 2; рис. 43). При егоковке были выполнены такие операции: 1) оттяжка конусовидного в профиле

лезвия топора; 2) ковка проушной части топора; 3) сгибание проушины на оправке; 4) кузнечная наварка проушины на верхнюю часть лезвия топора; 5) обточка топорика напильником. Следует сказать, что весь топор был откован из заготовки малоуглеродистой стали без операций, улучшающих его рабочие качества. В изготовлении топорика необходимо было участие двух человек. На это было затрачено 8 часов рабочего времени, но участие второго помощника экспериментатора потребовалось только в момент кузнечной сварки деталей топорика.

Итак, экспериментальные работы, проводившиеся как автором, так и другими исследователями по физическому моделированию технологических процессов, связанных с металлургией железа и его кузнечной обработкой, позволили прийти к следующим выводам. На основании личного опыта автор убедился, что значительную часть времени занимают работы, связанные с заготовкой сырья и подготовкой оборудования для процессов восстановления железа и его кузнечной переработки. На заготовку около 20 кг болотно-луговой железной руды нами было затрачено 7 часов 40 минут рабочего времени. Выжигание древесного угля с полезным выходом от 35 до 60 кг хорошего качества в ямах разной формы потребовалось от 36 до 72 часов.

Изготовление небольшого сыродутного горна ямной конструкции с естественной воздушной тягой было по силам, в принципе, одному человеку, но, вероятнее всего, что в таких работах принимали участие не менее двух человек – мастер и его помощники. Это тем более было необходимо при значительных объемах продукции.

Экспериментально установлено, что даже в горнах ямной конструкции, работавших с естественной тягой воздуха, удается получить высокую температуру, достаточную для начала сыродутного процесса восстановления железа. Однако в этом случае необходимо было располагать горны в таких местах, где существовали благоприятные условия для сильного естественного воздушного дутья, например, на склонах оврагов или обрывов, направляя устье воздуходувного канала в сторону «розы ветров». Кроме того, можно также предполагать, что металлургические процессы получения железа проводились в наиболее ветреную погоду.

Результаты экспериментальных проковок железных криц, проводившихся как при участии автора, так и другими мастерами [Розанова Л.С., Семькин Ю.А., Терехова Н.Н., 1989], позволяют сделать следующие выводы. Проковка крицы, особенно если она имеет большой объем, требует определенных навыков и опыта. Крица должна нагреваться до ярко-белого цвета с искрением металла (до сварочной температуры). При этом необходимым условием является применение сварочных флюсов (речного или кварцевого песка), которые, расплавляясь, заливают поверхность крицы, что предохраняет частицы восстановленного железа от дальнейшего окисления и благоприятно влияет на провар железных частиц. В процессе нагрева обязательно менять положение крицы внутри горна в моменты посыпания флюсом. Время и количество нагревов крицы при получении качественного полуфабриката зависели от квалификации и опыта кузнеца.

Для успешной проковки больших объемов металла очень важным условием было умение правильно наносить удары по поверхности крицы, чередуя удары по плоской и боковой поверхности после очередного нагрева. Несоблюдение перечисленных условий могло привести к глубокому растрескиванию крицы и ее разрушению. На основании этих данных мы пришли к выводу о том, что на ранних этапах освоения технологии металлургии железа и его кузнечной переработки, когда у мастеров еще не было достаточно опыта в проковке больших железных криц, часто имели место неудачи, приводившие к разрушению целых криц на отдельные более мелкие ее куски. В этом случае приходилось собирать и проковывать до монолитного металлического состояния отдельные фрагменты разрушенных криц с последующей их сваркой в более массивные куски металла. Так получались куски полуфабрикатного железа со следами технологии пакетования, следы которой так часто наблюдаются на изделиях раннего железного века и раннего средневековья.

Экспериментально было также установлено, что вес крицы после ее проковки значительно уменьшался в результате угара металла и выжимания из нее шлаков. Металлографическое исследование образцов, взятых на разных стадиях обработки крицы, показало, что изменения в структуре металла происходят за счет провара пустот, исчезновения пористости, уменьшения количества шлаковых включений, деформации их формы. При этом химическая неоднородность металла, зафиксированная на исходном образце, сохраняется. В то же время,

на поверхности крицы может произойти науглероживание (непреднамеренная цементация в углеродосодержащей среде пламени кузнечного горна).

Для технологических реконструкций очень важным моментом является выделение на металлографических шлифах сварочных швов. Исходя из наших данных, можно считать, что фиксация под микроскопом четко вытянутых цепочек шлаковых включений может служить достаточно веским показателем наличия сварочных швов. О присутствии на кузнечном изделии сварочных швов может свидетельствовать также резкий переход между зонами с различными структурными составляющими.

Эксперименты по проковке криц иковки из них изделий позволили констатировать, что крица на пути превращения в готовое изделие проходила несколько стадий кузнечной обработки [Розанова Л.С., Семькин Ю.А., Терехова Н.Н., 1989]. Предложено различать следующие понятия: 1) горновая крица, 2) крица, 3) товарная крица, 4) полуфабрикат, 5) заготовка.

Горновая крица – это непосредственный продукт металлургического сыродутного процесса, не подвергавшийся механическому воздействию. Это твердая губчатая масса железа, поры и полости которой заполнены шлаками. Вес ее может колебаться от нескольких граммов до нескольких килограммов.

Крица – это первичная стадия обработки горновой крицы, в результате чего из нее лишь частично удалены шлаковые включения и в какой-то степени уплотнен металл. В тех случаях, когда крица имеет стандартную форму, размер и вес, она может быть названа товарной крицей. Товарная крица даже такой стандартной формы, как новгородская, не была пригодна для непосредственного изготовления железного предмета, поскольку содержала большое количество раковин, пор, крупных шлаковых включений. Только ее интенсивная проковка при соблюдении определенных условий позволяла получить плотную монолитную массу металла – полуфабрикат.

Полуфабрикат – это заключительная стадия обработки горновой крицы, в результате которой получалась монолитная масса железа, пригодная для поковки заготовок. На этой стадии происходит заварка пустот, исчезновение крупных пор, в основном завершается процесс удаления шлаковых включений.

Заготовка – это начальная стадия технологического процесса изготовления кузнечного изделия. В качестве формального признака заготовки можно рассматривать близость артефакта к конкретному, но не завершеному изделию. При металлографическом изучении кузнечной продукции могут быть выделены и технологические признаки заготовки. Это относится к тем случаям, когда мы фиксируем технологию трехслойного пакета или многослойной сварки с целенаправленным подбором полос из разных сортов металла.

Эксперименты, связанные с технологией пайки железных изделий медным припоем, позволили установить, что необходимым условием для выполнения пайки было применение флюса – буры, а также предварительного обмеднения соединяемых пайкой деталей. Опыты по пайке медью деталей цилиндрического замка позволили установить, что для пайки очень удобно было использовать железный тигель, в котором расплавлялся медный припой. Находки таких тиглей известны среди материалов с поселений волжских болгар. В процессе пайки, как само изделие, так и припой в тигле необходимо было нагревать примерно до одинаковой температуры плавления меди (1085° С).

На основании экспериментов, связанных с моделированием технологического процесса изготовления пружинного замка типа «В» (по Б.А. Колчину) мы пришли к следующим выводам.

Затраты рабочего времени, потребовавшиеся для изготовления реплики цилиндрического пружинного замка типа «В» в сумме составили 20 часов 30 минут. Учитывая, что изготовление замка силами одного человека трудно осуществимо, время это в среднем следует удвоить. Поэтому можно считать, что трудозатраты по изготовлению замка типа «В» по данным наших экспериментов составляют 40 человеко-часов. К этому же следует прибавить стоимость металла из расчета, что на крицу весом в 5,5 кг в X–XII вв. затрачивалось, по подсчетам Б.А. Колчина, 1,93 рабочих человека-дня [Колчин Б.А., 1953. С. 205]. А вес замка средних размеров колебался в пределах 350–400 гр. Изготовление замка требовало как специального инструмента – оправок, молотков, кувалд, зубил, напильников, пробойников, зажимных приспособлений, тиглей, так и специальных знаний и навыков. Это заставляет предположить выделение в общей массе кузнецов Волжской Булгарии специалистов-замочников, а также существование в этом ремесле института ученичества. Без помощи подмастерья, как

показал опыт нашей работы, мастеру трудно было обойтись. Выделение ремесла кузнеца-замочника, вероятно, было также обусловлено увеличивающимся спросом на замки, о чем свидетельствует стандартизация замков определенных типов. Стандартизация предполагает изготовление замков по определенным шаблонам, существовавшим для каждой отдельной детали, что должно было с неизбежностью отразиться на повышении производительности труда кузнецов-замочников. Однако, несмотря на применение шаблонов, каждую деталь замка мастер должен был подгонять индивидуально в соответствии с ее местом в конструкции замка. На это указывает наш опыт работы. Поэтому в целом время, необходимое для изготовления цилиндрического замка типа «В», вряд ли было меньше 40 человеко-часов.

Результаты наших экспериментов по изготовлению цилиндрического пружинного замка дополнительно были подтверждены работами ульяновского кузнеца-профессионала И.А. Монастырского. Интересно также, что изготовленный И.А. Монастырским замок неожиданно подвергся испытанию на прочность в экстремальной ситуации. Во время пожара, который произошел в октябре 1993 года в Ульяновском кузнечном дворе «Корч», пожарные, пытаясь проникнуть к очагу возгорания, не смогли взломать висящий на воротах кузнечного двора цилиндрический замок типа «В» и вынуждены были снять ворота с петель. Этот факт красноречиво свидетельствует о чрезвычайной прочности и надежности выработанной в средневековье конструкции пружинных цилиндрических замков.

Кузнечно-слесарные эксперименты позволили нам также выделить среди массы кузнечных изделий волжских булгар спусковые крючки от арбалетов болгарского типа и проверить на практике их работоспособность. Технологическое моделирование дало возможность определить последовательность операций и примерное время изготовления наконечников стрел, пики, топора.

Результаты моделирования технологических процессов, связанных с металлургией железа и кузнечного производства, позволили нам приблизиться к пониманию многих проблем, связанных с историей этих важнейших отраслей производства волжских булгар.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

**ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ
В ЭПОХУ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ****1. СЫРЬЕВАЯ БАЗА МЕТАЛЛУРГИИ ЖЕЛЕЗА
НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ**

РУДА. Вопрос обеспеченности металлургии железа в Волжской Булгарии сырьем является чрезвычайно важным. Долгое время считалось, что основным сырьем для черной металлургии Волжской Булгарии, как и повсюду в средневековье, были болотные, озерные и луговые руды. Это положение, высказанное применительно к волжско-булгарской металлургии железа А.М. Ефимовой, нашло свое подтверждение в анализах железных шлаков с Болгарского городища, опубликованных А.В. Королевым и Т.А. Хлебниковой. Об этом свидетельствует повышенное содержание в шлаках фосфора (от 2 до 5%) [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 159]. Авторы также не исключали возможность использования бурых и красных железняков-руд, содержащих повышенное количество фосфора.

В вопросе о сырье для булгарской металлургии железа следует учитывать также широкую распространенность болотных руд в районах Нижнего Прикамья и Среднего Поволжья [Рыбаков Б.А., 1948а. С. 13]. В настоящее время нам известно немало конкретных выходов болотных и луговых руд на территории Ульяновской области и Татарстана (рис. 2).

В большинстве случаев из-за отсутствия археологических материалов в настоящее время мы не можем достоверно сказать, какие конкретные месторождения и выходы железных руд разрабатывались средневековыми металлургами Волжской Булгарии. Дело в том, что выходы бурых железняков в их различных вариантах в Среднем Поволжье разрабатывались не шахтовым способом, а сбором руды из под дерна, из береговых обнажений, со дна болот и торфяников, и культурные отложения в этих местах, если они были, могли и не сохраниться.

Характерным месторождением луговой железной руды являются ее выходы у с. Старотимошкино в Барышском районе Ульяновской области, о котором речь шла выше.

В ходе археологических разведок в Среднем Поволжье автором были выявлены несколько выходов бурых железняков, приуроченных к коренным террасам правого берега Волги. Среди них уже упомянутые выше выходы батских железистых песчаников Самарской Луки, выходы бурых железняков из окрестностей Староалейкинского городища и в береговом обнажении Волги под городищем у с. Панская Слобода. Оба городища относятся к культуре волжских булгар, и не исключена возможность использования этих выходов руды булгарскими металлургами (рис. 2: 5–6).

Добыча и обогащение болотных и луговых руд подробно рассмотрены в монографии Б.А. Рыбакова: «Болотная руда залегает иногда в земле слоями около 30 см толщиной, иногда ее приходится выкапывать из земли, иногда же она выходит в разрез берега реки или озера и добывать ее можно из обнажения обрыва. Чаше всего руда залегает на дне болот и озер, ее разведывают острым шестом или железным шупом, а добывают черпаками с длинной рукоятью с плотов или лодок. Полученная тем или иным способом руда промывалась, затем приносилась в поселок и подвергалась предварительной обработке, заключающейся в дроблении ее, в легком обжиге, способствующем процессу восстановления окислов железа» [Рыбаков Б.А., 1948. С. 125].

Несомненно, что булгарские металлурги добытую руду также предварительно обогащали, в результате чего она теряла значительное количество кремнезема и влаги. На Муромском городке – домонгольском булгарском городе, остатки которого располагаются на Самарской Луке недалеко от с. Валы, были обнаружены специальные жаровни для просушивания руды (рис. 20). Доставка руды к месту ее восстановления в железо осуществлялась по-разному, в зависимости от удаленности выходов руды от мест металлургических объектов. На Болгарское городище, например, железную руду доставляли в керамической таре водным или сухопутным

путем. В культурных слоях Болгара иногда встречаются находки фрагментов керамической посуды с прилипшим слоем измельченной болотной руды.

В последнее десятилетие нами были получены новые данные, которые позволяют говорить о том, что в некоторых регионах Волжской Булгарии в качестве сырья для металлургического производства железа могли применяться также сидеритовые руды. Первые находки такой руды в обогащенном состоянии были получены в ходе археологических раскопок поселения эпохи бронзы у с. Архангельское в окрестностях г. Ульяновска [Семькин Ю.А., Ворона А.А., 2012].

Заслуживает внимания предположение Т.А. Хлебниковой и А.В. Королева о возможности использования никелевых руд Южного Урала в качестве легирующих добавок в болгарской черной металлургии для получения качественной стали [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С. 160]. Наличие никеля в болгарских кузнечных изделиях с Мало-Пальцинского, Больше-Пальцинского и из древнерусского поселка в Болгарах может, однако, указывать и на то, что эти предметы откованы из привозного металла, полученного металлургами Южного Урала, где никель мог оказаться в сырье не преднамеренно, а перейти в металл из местных руд.

Интересные сведения, имеющие отношение к нашей теме, содержатся в записке секретаря Багдадского посольства в Волжскую Булгарию Ибн Фадлана. Он сообщает, что тюрок Тегин, оказавший протекцию посольству болгарского царя при дворе багдадского халифа Муктадира, в свое время занимался торговлей железом со странами «неверных» (т.е. немусульман). А.П. Ковалевский полагал, что в данном случае речь идет о землях гузов [Ковалевский А.П., 1956. С. 123]. Но Ибн Фадлан также пишет, что Тегин бывал раньше (до 922 г. н.э.) в Волжской Булгарии, вероятно, в связи с делами, связанными с торговлей металлом. Поэтому можно предположить, что Тегин имел своих торговых агентов на территории Волжской Булгарии, входившей по представлениям правоверных мусульман в число «стран неверных» до 922 года. Возможно, что Тегин вел торговлю не просто железом, а качественной сталью.

ТОПЛИВО. В качестве топлива в средневековой металлургии и кузнечном производстве в большинстве районов земного шара применяли древесный уголь. Это же характерно для территории Среднего Поволжья, для Волжской Булгарии. На территории Муромского городка была исследована углежогная яма (рис. 14). Кроме того, отпечатки древесного угля нередко встречаются в железных шлаках и крицах с территории Волжской Булгарии. Следует также сказать, что в Среднем Поволжье других видов топлива, кроме древесного угля, пригодного для металлургии железа, просто не было.

Способ получения древесного угля этнографически был исследован В.П. Левашевой в Минусинском котловине [Левашева В.П., 1939. С. 48]. Ямный способ получения угля был изучен этнографически Полесской экспедицией [История черной металлургии и металлообработки, 1983]. Выход угля при ямном способе составлял 30–33%, а по весу – не выше 12%. Что касается затрат угля в ходе сырודутного процесса, то Б.А. Колчин считал, что отношение количества угля к весу крицы достигало 8–10 кратности [Колчин Б.А., Круг О.Ю., 1965. С. 40].

О конструкциях углежогных ям у волжских болгар мы можем судить по данным, полученным в 1973 году археологической экспедицией Куйбышевского (ныне Самарского) университета на Муромском городке [Матвеева Г.И., 1973]. На квадратах западной части раскопа I прослеживалась мощная прослойка обожженной глины палевого цвета, в которой встречалась зола и угли. Под ней залегал черный углистый слой, под которым начиналась желтая материковая глина. На глубине 110 см была обнаружена круглая яма диаметром 120 см и глубиной 145 см. Сверху на уровне материковой глины яма была тщательно замазана желтой глиной. Яма имела сложный профиль. Ее верхняя часть имела форму усеченного конуса, а нижняя – форму цилиндра (рис. 14). Стенки ямы были обмазаны глиной и сильно прокалены. Яма была заполнена углем и сажей. В заполнении встречались обожженные кости и фрагменты керамики. В средней части ямы на глубине 142 см находилась зола линзовидной формы, а на дне – несколько обломков от мискообразного сосуда.

Процесс выжигания угля на Муромском городке, вероятно, можно реконструировать так: в удобном месте в непосредственной близости от металлургической мастерской выкапывалась яма сложного профиля. Такая форма ямы, очевидно, не случайна, а наиболее оптимальна для выжигания высококачественного угля. Расширенное горло ямы в верхней части должно было, на наш взгляд, предохранять края ямы от обрушения. На дне ямы разводили костер, а сверху укладывали предварительно заготовленные поленья. Экспериментально доказано, что наибо-

лее рационально укладывать поленья вертикально, заполняя ими яму доверху [Агапов С.В., Кузьминых С.В., Терехин С.А., 1989. С. 103]. Сверху над дровами укладывались жерди, желательнее от сырых деревьев, на которые плотным слоем накладывалось густое глиняное тесто. При этом в глиняном перекрытии оставляли несколько небольших отверстий, через которые выходил дым. Когда температура в яме повышалась максимально, все отверстия в яме закрывались, дровам давали полностью обуглиться и образовавшемуся в яме углю давали остыть. Все искусство углежжения заключалось в правильной установке дров и в регулировании доступа воздуха.

Кроме руды и топлива одним из важных компонентов процесса восстановления железа являлись флюсы, которые служили для образования легкоплавких соединений в рабочем пространстве горна и понижения температуры плавления шлаков. В качестве флюсов обычно использовали известь и кости. Об использовании флюсов в волжско-булгарской черной металлургии свидетельствуют химические анализы железных шлаков из Болгара [Королев А.В., Хлебникова Т.А., 1961. С.162].

2. СЫРОДУТНЫЕ ГОРНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ПРИКАМЬЯ В ДОБУЛГАРСКОЕ ВРЕМЯ

До прихода раннебулгарских племен в Среднее Поволжье и Нижнее Прикамье в конце VII – начале VIII вв. эту территорию занимало население именьковской культуры. В настоящее время большинство исследователей считает, что дата существования именьковской культуры приходится на IV–VII вв. [Матвеева Г.И., 1981. С. 52]. Она прекращает свое существование еще до прихода раннебулгарских кочевых групп населения в Среднем Поволжье [Казаков Е.П., 1992. С. 231]. Но существует и другая точка зрения, согласно которой часть именьковского населения осталась в Среднем Поволжье и стала составной частью этноса Волжской Булгарии [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 150; Кляшторный С.Г., 2013. С. 114-121]. Как мы уже говорили выше, результаты археологических исследований экспедиции Ульяновского педагогического университета на городище Чертов Городок в Старомайском районе Ульяновской области дают основание предполагать, что какая-то часть именьковского населения осталась на Средней Волге и сосуществовала здесь вместе с группами раннебулгарского и прикамско-приуральского финно-угорского населения [Семыкин Ю.А., 1996. С. 73]. Это заставляет нас начать рассмотрение развития металлургии железа волжских булгар с характеристики остатков металлургического производства именьковского населения, что позволит проследить, существовали ли какие-то сходные черты в металлургических горнах именьковцев и волжских булгар.

Высокий уровень развития металлургии железа и кузнечного производства именьковской культуры отмечали ее исследователи [Старостин П.Н., 1967; Старостин П.Н., Хомутова Л.С., 1981]. Это подтверждается результатами археологических раскопок ряда памятников. Остатки сыродутных металлургических горнов были исследованы на Маклашеевском II городище и на Рождественском IV селище на территории Татарстана [Старостин П.Н., 1967. С. 27]. Остатки металлургического производства отмечены также в районе Посурья в Мордовии. Так, на городище Ош Пандо были обнаружены многочисленные куски железной руды, железа и крицы [Старостин П.Н., Хомутова Л.С., 1981. С. 103]. Находки криц, шлаков отмечены также на городище Ашна Пандо и на селище у села Морга в Мордовии. П.Д. Степанов предполагал, что место добычи железной руды находилось поблизости от городища Ош Пандо, и что железоделательное производство у именьковцев имело широкое распространение в данном регионе [Степанов П.Д., 1967. С. 103].

П.Н.Старостин пришел к выводу о том, что тип металлургических горнов с IV Рождественского селища и II Маклашеевского городища был одинаковым. Эти горны имели наземную конструкцию с глинобитными стенками и предгорновой ямой [Старостин П.Н., 1967. С. 27]. В предгорновой яме одного из горнов с Маклашеевского городища был обнаружен фрагмент ошлакованного глиняного сопла, что свидетельствует о применении здесь в металлургическом процессе режима воздушного принудительного дутья.

В 1982 году автором были исследованы у селища Кармалы в Ставропольском районе Куйбышевской (ныне Самарской) области остатки именьковского горна другого типа – ямной

конструкции с естественным дутьем [Семькин Ю.А., 1986]. Горн находился на склоне оврага в 180 м восточнее именьковского Кармалинского селища. Хотя при исследовании горна не было обнаружено материалов, достоверно свидетельствующих о его именьковской принадлежности, по нашему мнению, данный горн является объектом металлургического производства населения Кармалинского именьковского селища. Горн располагался к тому же рядом с Кармалинским городищем именьковской культуры.

Металлургическая печь представляла собой цилиндрическую яму диаметром 36 см и глубиной 30 см (рис. 13). Со стороны склона оврага к нижней части горна шел воздухоудувный канал коленообразной формы, ширина которого у выхода из шахты горна составляла 25 см, высота – 20 см.

Исследованный у с. Кармалы горн был не единственным в этом месте. Об этом свидетельствуют многочисленные находки мелких кусочков железных шлаков по дну и склону оврага. Осмотр склона оврага показал наличие выходов железной руды на расстоянии не далее 1–1,5 км от местонахождения горна в сторону Волги. Выходы руды имеются также в районе Лбищенского городища, расположенного в 6 км от горна. По заключению геологов Куйбышевского геологического управления, эта руда относится к так называемым батским железистым песчаникам. Не исключено, что она могла использоваться именьковскими металлургами Самарской Луки.

Остатки металлургического производства железа предположительно именьковского времени были исследованы в 1980–1982 годах Средневожской археологической экспедицией в Шигонском районе Самарской области. На территории Шигонского II поселения, расположенного в двух километрах к юго-востоку от районного центра Шигоны, на левом берегу р. Усы, правого притока Волги, были исследованы остатки трех сыродутных горнов [Семькин Ю.А., 1998]. Шигонское II поселение было обитаемо в энеолите, бронзовом веке и в средневековье. В раннем средневековье здесь обитало именьковское население, а в XIII–XIV вв. – население, входившее в сферу влияния Золотой Орды.

Два горна из исследованных имели наземную конструкцию, один – ямную. Горн № 1, выявленный на участке VI раскопа I имел цилиндрическую форму с куполообразным перекрытием. Высота горна составляла 60 см и диаметр – 95 см. Горн был выложен из сырцовых глиняных плиток. Рядом с горном была выявлена предгорновая яма. Горн работал в интенсивном режиме, о чем свидетельствует большое количество отходов производства – шлаков.

Горн № 2, выявленный в северной части раскопа, в пределах квадратов 452, 459, 460 и 461 сохранился хуже, чем горн № 1. Однако можно говорить о том, что он также имел наземную конструкцию, вероятно, сходную с горном № 1. Рядом с горном № 2 исследована предгорновая яма, доверху заполненная отходами металлургического производства. Это свидетельствует об интенсивности режима работы горна.

Горн № 3, исследованный на участке N 2 в квадратах 1, 2, 9, 10, имел, в отличие от первых двух, ямную конструкцию с предгорновой ямой. Диаметр шахты горна составлял 50 см, высота – 62 см. Горн № 3 имеет некоторое сходство с ямным горном Кармалинского поселения. Разница между ними, кроме больших размеров шигонского горна, состоит в наличии у горна № 3 предгорновой ямы и принципа подачи воздуха. Кармалинский горн работал с естественным воздушным дутьем, в то время как шигонские горны конструктивно были более приспособлены для эксплуатации с искусственным дутьем. О принадлежности шигонских горнов населению именьковской культуры свидетельствуют стратиграфические данные. Археологические материалы из раскопок Шигонского II поселения свидетельствуют о том, что в золотоордынское время на его территории были жилые и хозяйственные постройки и, вероятно, на позднем этапе – мусульманский могильник.

Датировать шигонские сыродутные горны золотоордынским временем оснований нет. На это указывают данные стратиграфии поселения, кроме того, типологически горны ямной конструкции – и наземные с цилиндрическим корпусом, и с куполообразным перекрытием – ближе к сыродутным горнам Волжской Булгарии домонгольского периода [Ефимова А.М., 1951. С. 295].

Д.А. Сташенковым на Новинковском I селище был исследован металлургический горн по производству сыродутного железа, состоявший из двух разноуровневых камер, выкопанных в материковой глине и соединенных ходами-продухами [Сташенков Д.А., 2009]. Исследователь датирует новинковский горн ранним временем (III–V вв. н.э.) и усматривает в его конструкции

сходство с горнами зарубинецкой культуры. Среди именьковских горнов новинковский горн аналогий не имеет.

Итак, археологические материалы свидетельствуют о том, что в Среднем Поволжье металлургия железа получила значительное развитие еще в добулгарскую эпоху. Она базировалась на местной рудной базе – месторождениях болотной, луговой и сидеритовой руд, а также железистых песчаников Среднего Поволжья (батских железистых песчаников Самарской Луки). Именьковские металлурги для восстановления железа использовали сыродутные горны трех типов: 1) ямные шахтовые печи с естественной воздушной тягой, 2) ямные шахтовые печи с предгорновой ямой и искусственным воздушным дутьем, 3) наземные цилиндрические горны с куполообразным перекрытием и искусственным воздушным дутьем. Особняком стоит новинковский горн, вероятно, отражающий металлургические традиции какой-то части постзарубинецкого населения.

Мы считаем, что металлургические горны именьковского населения представляют интерес в исследовании проблемы истории черной металлургии Волжской Булгарии в качестве сравнительного материала для выяснения генезиса сыродутных булгарских горнов. Об этом речь пойдет выше в специальном разделе настоящей главы. Участие финно-угорского населения прикамско-приуральских культур в этногенезе волжских булгар прослеживается на материалах ряда могильников [Казаков Е.П., 1972; Казаков Е.П., Халикова Е.А., 1981] и заставляет нас обратиться к рассмотрению остатков металлургического производства железа у народов Прикамья I тыс. н.э.

По данным В.Ф. Генинга и Р.Д. Голдиной в I тыс. н.э. у населения Верхнего Прикамья происходили серьезные сдвиги и изменения в развитии хозяйства, что отразилось в возрастании роли железных орудий, выделении металлообработки в отрасль ремесленного производства [Генинг В.Ф., 1980; Голдина Р.Д., 1985. С. 156]. Возникают специализированные металлургические центры по производству и обработке железных и бронзовых изделий. Таким поселком металлургов было Опутятское городище, которое, по мнению В.Ф. Генинга, является ярким подтверждением тезиса о том, что в это время, т.е. во второй половине V – первой половине VI вв. н.э. в Прикамье развитие черной металлургии перешло на качественно новую ступень – ступень ремесленного производства. Вся северная часть городища была занята мастерскими по добыче железа и металлообработке. На южной стороне располагались жилые и хозяйственные постройки ремесленников.

Домницы для восстановления железа представляли собой ямы, в одной половине которых установлена деревянная рама из досок, закрепленных по углам кольями. Стенки ящика изнутри обмазаны глиняным раствором, а наружные щели заполнены землей с галькой. В другой половине ямы устраивались меха для подвода воздуха. В некоторых ямах мехи могли, по мнению В.Ф. Генинга, устанавливаться на поверхности.

На территории городища были обнаружены многочисленные ошлакованные железные крицы, а также куски шлака полусферической формы, совпадающей с чашеобразными углублениями на дне ям. Размеры лещади домницы – 50–60 x 90–110 см, что равно 0,45–0,65 кв. м. Максимальная реконструируемая высота горна достигала 1 м. По данным В.Ф. Генинга рабочий объем горнов Опутятского городища достигал 0,3–0,45 кубометра. Аналогичной конструкции горн был исследован на Кушманском городище [Смирнов А.П., 1949]. Сырьем для получения железа здесь служили болотно-луговые руды Верхокамья, а также рассеянные месторождения железных руд, известных на Западном склоне Урала.

3. СЫРОДУТНЫЕ ГОРНЫ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ

О конструкции металлургических печей в домонгольской Волжской Булгарии мы можем судить на основании данных, полученных в результате археологических исследований на крупных волжско-булгарских городищах: в Болгарах, на Муромском городке, на Хулашском городище, в Биляре и на некоторых поселениях. В 1947–1949 годах Куйбышевская археологическая экспедиция исследовала на Болгарском городище район металлургического производства X–XII вв. и конца XII – начала XIV вв. [Ефимова А.М., 1951]. Здесь было обнаружено пять полуразрушенных металлургических горнов, две ямы с металлургическими шлаками и остатки дома с хозяйственной ямой. По стратиграфическим данным к X–XI вв. (слой VI) от-

носятся четыре горна. Два горна – № 2 и 3 были хорошей сохранности, а от двух сохранились лишь основания.

Анализируя остатки металлургического производства Болгарского городища, А.М. Ефимова выделила среди них основные типы горнов. Наиболее ранними являются горны полусферической формы, напоминающей широкую чашу, опрокинутую основанием вверх (рис. 18). Общая высота горнов этого типа достигала 50 см. Высота рабочего пространства равнялась 35 см. Дно горна было овальным размерами 104 x 110 см и 110 x 150 см, или круглым, диаметром 80 см. Внутренний диаметр составлял 60 см. Объем рабочего пространства, по подсчетам Т.А.Хлебниковой, равнялся 50–75 куб. см. Толщина стенок горнов достигала 10–12 см. Сверху горн имел круглое отверстие для загрузки шихты и выхода газов. Материалом для изготовления горнов этого типа служила глина. Прокаленность внутренней поверхности горнов на глубину до 4–5 см свидетельствует о высокой температуре нагрева во время сыродутного процесса.

Было отмечено, что в стенках наиболее сохранившихся горнов (№ 2 и 3) существовал проем от верха и до основания шириной до 50 см, образовавшийся, вероятно, при выемке крицы. Здесь же, в самом низу, очевидно, находилось отверстие для установки воздуходушного сопла и извлечения шлаков. Несомненно, что данный тип горнов работал с применением искусственного дутья.

Техника строительства ранних горнов Болгара, предположительно, была такой: из веток деревьев изготавливался каркас полусферической формы, на который накладывался глиняный раствор с добавлением песка. В верхней части каркаса раствор не укладывался. Здесь оставалось отверстие для закладки шихты и выхода газов. После просушки внутри горна разжигался костер, каркас сгорал и горн обжигался. После этого горн был готов к эксплуатации.

При анализе описания ранних горнов X–XI вв. с Болгарского городища наше внимание привлекла такая деталь: в заполнении внутреннего пространства горна № 2 из раскопа II и его предгорновой яме отсутствовали отходы металлургического производства – железные шлаки. Такую же картину мы наблюдаем в заполнении горна № 3 и его предгорновой яме. Перед горном № 4, который был уничтожен ямой из вышележащего слоя IV, предгорновой ямы не было. К основанию горна с юго-восточной стороны примыкало наслоение золы, мелкого угля и красной обожженной глины. В заполнении разрушенного горна № 5, на его дне, была найдена железная крица. К этому горну примыкала яма, заполненная отходами металлургического производства – железными шлаками и углем. Характерно, что горн № 5 залегал в одном горизонте с горнами № 2, 3, 4 и одновременен им. Практически полное отсутствие железных шлаков в заполнении горнов 2, 3 и 4, а также рядом с ними в предгорновых ямах и на площадке, связано, на наш взгляд, с определенным режимом работы этих сыродутных горнов, а именно – без выпуска шлака в процессе восстановления железа. На возможность восстановления железа в сыродутном горне без выпуска шлака указывал Б.А. Колчин [Колчин Б.А., Круг О.Ю., 1965. С. 215].

В сыродутных горнах, конструктивно работавших без выпуска шлака, в результате процесса получался ком металлургического конгломерата. Он состоит из шлака, губчатого железа и остатков угля. Извлечь из горна такую компактную массу можно было, только разломав стенку горна со стороны предгорновой ямы. После извлечения из горна конгломерата необходимо было отделить в нем железо от шлака и угля. После механического отделения губчатого железа от шлаковой массы конгломерата это железо должно было пройти операцию первоначальной проковки на специальной наковальне. Но при проковке образующаяся железная крица довольно быстро теряла необходимую для провара зерен железа температуру. Этот факт был установлен нами в процессе экспериментальной проковки средневековых железных криц, происходящих из Новгорода. Уже после первой интенсивной проковки возникла необходимость вновь нагреть крицу. Только что разрушенный при выемке металлургической крицы горн для этой цели уже не годился. Значит, рядом наготове должен был находиться уже прогретый горн типа кузнечного. Мы предполагаем, что таким горном из четырех рассматриваемых нами был горн № 5. Его характерная особенность состоит в большом количестве шлаков, обнаруженных в предгорновой яме. Эти шлаки могли образоваться во время многократных проковок металлургических криц. Во время эксперимента нами было установлено, что от первоначального веса крицы в 3 кг в конце проковки осталось только 1,5 кг. Вся остальная масса ушла в шлаки и окалину. Вышеизложенные факты дают основание говорить о том, что горны № 2, 3, 4,

и 5 из раскопа II 1949 года являются остатками специализированной мастерской по получению товарных железных криц-полуфабрикатов – готового сырья для поковок. При этом горны № 2, 3 и, возможно, № 4 являлись собственно металлургическими, а горн № 5 был кузнечным. Горн № 5 сохранился плохо, поэтому о конструкции кузнечного горна у волжских болгар в домонгольское время мы можем судить по данным исследований А.Х. Халикова на Билярском городище. Описание этого горна дано нами во второй главе, в разделе, посвященном экспериментам по проковке железных криц.

А.М. Ефимова высказала в свое время предположение о том, что концентрация горнов в определенной части района Болгара является свидетельством промысловой добычи железа, а не домашней его варкой [Ефимова А.М., 1958. С. 295]. Вероятно, А.М. Ефимова имела в виду ремесленный характер металлургического производства железа в Болгаре. Т.А. Хлебникова в кандидатской диссертации также интерпретировала ранние горны Болгара X–XI вв. на раскопе II 1949 года как металлургическую мастерскую. О принадлежности горнов к одной мастерской свидетельствует, по ее мнению, однотипность горнов, компактное расположение трех из них, и стратиграфическая синхронность. Т.А. Хлебникова расценивает эти горны как «еще весьма несовершенные, и производство железа лишь в одном из них было бы неудовлетворительно сравнительно с затраченным на это трудом и потребностью в металле» [Хлебникова Т.А., 1964. С. 10].

Таким образом, есть основание считать, что в Болгаре уже в X–XI вв. кричное железо получали в специализированных мастерских, вероятно, производивших товарные крицы.

Довольно выразительные остатки металлургии железа были исследованы в 1962–1965 годах на Хулашском городище. Сыродутные горны находились в юго-восточной части городища [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972]. Один горн был обнаружен на раскопе XVI (участки 34 и 35). В плане он имел круглую форму с диаметром основания 140 см. Горн был углублен в материк на 85 см, (т.е. имел ямную конструкцию). Отвесные стенки ямы, покрытые глиной, были сильно прокалены. На дне горна находились куски металлического шлака. Два других горна, судя по описанию, имели наземную конструкцию. Один из них был изучен на раскопе XVIII (участок 71). Глубина горна от поверхности составляла около 0,7 м, диаметр основания – 140 см. От горна сохранились части стен, покрытых обожженной глиной, и сильно прокаленное дно, где находились куски железного шлака. Слабая сохранность горна не позволяет установить его истинные размеры и детали.

Наиболее хорошо сохранился сыродутный горн, вскрытый на площади раскопа XX в юго-восточной части городища. Он находился на глубине 70 см от поверхности. Горн имел колоколовидную форму с основанием размерами 100–108 см. Диаметр верхнего отверстия 50 см. Высота горна не превышала 84 см. На стенках горна сохранилась прокаленная глиняная обмазка. К горну примыкала предгорновая яма чашевидной формы. Ее размеры по линии С – Ю – 142 см, а по линии З – В – 138 см. Глубина ямы от дневной поверхности – 70 см. Яма была заполнена супесью с включениями кусков обожженной глины и угля, фрагментами болгарской керамики и костей животных. Яма соединялась с горном канавкой, в которой были найдены куски прокаленной обмазки и обломок воздуходувного сопла.

Представляет интерес обнаруженное рядом с этим горном жилище, в котором, как предполагали В.Ф. Каховский и А.П. Смирнов, жил кузнец. В развале печи этого дома были обнаружены куски металлического шлака и крицы [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 36]. В заполнении подполья также были найдены куски металлического шлака, крицы и металлические изделия. Авторы раскопок датируют Хулашское городище временем с X по XII вв. [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 36]. Соответственно этим временем датируются и остатки металлургического производства железа на этом памятнике.

В 1971–1974 гг. на территории Муромского городка на Самарской Луке экспедицией Куйбышевского университета под руководством Г.И. Матвеевой была раскопана часть металлургического района, где были исследованы сооружения, связанные с получением железа и плавкой меди и бронзы [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 181]. Металлургический район на Муромском городке располагался в западной части внутреннего города. Следует, однако, сказать, что все исследованные на Муромском городке металлургические сооружения уверенно можно связывать пока только с меднолитейным производством. Но огромное количество железных шлаков, встречающееся на территории памятника, свидетельствует о том, что здесь также существовали масштабное производство и обработка сыродутного железа.

Среди металлургических сооружений Муромского городка для нас представляет интерес сооружение № 1 – развал печи, сложенной из камней на глиняном растворе. Судя по наклону стенок, сохранившихся на высоту до 20 см, печь имела полусферическую форму. Диаметр основания печи равнялся приблизительно 225 см. В ее заполнении были зола, древесный тлен и древесный уголь. Вокруг печи, начиная со второго горизонта, встречались окисленные кусочки меди, медный шлак и обломки толстостенной глиняной чаши диаметром около 50 см с невысокими расширяющимися стенками.

Вероятно, что в реконструированной форме сооружение № 1 с Муромского городка представляло собой невысокий наземный горн колоколовидной формы. Он аналогичен металлургическим горнам наземной конструкции с Хулашского и Болгарского городищ. Возможно, что металлургические горны для восстановления железа на Муромском городке имели такую же конструкцию, что и горн для выплавки меди.

Данных о конструкциях сыродутных горнов Волжской Булгарии XIII в. мало. Остатки горнов конца XII – начала XIII вв. из Болгара очень невыразительны. Можно уверенно говорить лишь о том, что эти горны были наземной конструкции с искусственным дутьем, а материалом для их изготовления служила глина.

Предположительно в XIII в. в Волжской Булгарии продолжалось дальнейшее развитие наземных горнов с куполообразным верхом. Об этом свидетельствуют исследованные в Болгаре остатки горнов конца XIII – первой половины XIV вв. на раскопах № 1 в 1948 году и № 2 в 1949 году [Ефимова А.М., 1958]. А.М. Ефимова, исследовавшая эти горны, выделяет среди них тип невысокого сводчатого горна, сохранившего в своем устройстве известную близость с ранними полушаровидными горнами, изготовленными из сырцово-глины. Реконструируемая их высота составляет около 1 м. Диаметр колошника равен 40 см. Внутренний диаметр горнов был равен 60–80 см. Нагнетание воздуха производилось внизу горна, в его груди (рис. 21, рис. 22).

Крупнейшим центром металлургии железа Волжской Булгарии домонгольского времени было Билярское городище. Здесь существовал особый район с металлургическим производством железа, известный в настоящее время как Кузнечный мар. В 1967–1968 годах была исследована усадьба ремесленников-металлургов (раскоп V) с сильно разрушенными остатками большого сыродутного горна [Халиков А.Х., 1976. С. 68]. Сохранились очертания горна и предгорновой ямы, а также отдельные детали его конструкции. По мнению А.Х. Халикова, горн находился в округлой яме размерами 160 x 130 см и глубиной 60 см. Яма была заполнена глинистой массой, в которую было вбито для уплотнения несколько бревен диаметром 15–20 см. На этом фундаменте, находившемся на глубине 100 см и имевшем мощность до 40 см, располагался под горна, сохранившийся в виде округлого пятна размером 110 x 120 см сильно прокаленной глинистой массой толщиной 10–15 см. Сверху лежал развал кирпичей, шлаков и железных криц. С северо-восточной стороны к фундаменту горна примыкала предгорновая яма размерами 80 x 75 см, углубленная от пода горна на 60 см.

На основании того, что нижние остатки горна лежат на погребенной почве, А.Х. Халиков предполагал его ранний возраст [Халиков А.Х., 1976. С. 68]. Сохранившиеся остатки горна позволяют предположить, что он относился к типу наземных шахтовых сыродутных печей с предгорновой ямой и, очевидно, с искусственным дутьем. Горн был изготовлен из сырцовых кирпичей.

Все рассмотренные выше остатки металлургического производства железа характеризуют черную металлургию на территории крупных городских центров домонгольской Волжской Булгарии. Возникает вопрос, существовала ли металлургия железа на поселениях и городищах в сельской местности Волжской Булгарии? Ряд данных свидетельствует о том, что металлургическое производство железа существовало на многих поселениях сельского типа, а также на некоторых городищах. Многочисленные шлаки и отдельные крицы были обнаружены экспедицией Ульяновского пединститута при исследовании болгарских селищ на побережье Старомайнского залива в Ульяновской области, а также на Боровском и Чувашско-Аппаковском городищах бассейна реки Черемшан в Мелекесском районе Ульяновской области (рис. 1: 20–22).

На береговой полосе Старомайнского залива под Краснополянским селищем в 1989 году автор собрал 9 кусков губчатого сыродутного железа, которое можно отнести к разновидности горновых криц. Вес криц колеблется в пределах 0,8–3 кг. Е.П. Казаков, исследовавший материалы домонгольских сельских поселений волжских болгар на Нижней Каме, отмечает,

что практически на всех селищах имеются следы местной металлургии железа [Казаков Е.П., 1991. С. 43-44]. Эти следы представляют собой в основном скопления железных шлаков, а в некоторых случаях – запасы кричного железа. Куски железных шлаков на I Измерском поселении были отмечены на участках раскопов и в сооружениях. Есть даже признаки явной специализации на производстве железа у населения IV Старокуйбышевского поселения, где в западной и юго-западной частях памятника обнаружены скопления заготовленного кричного железа, вероятно, для реализации его на рынке. Всего на поселении обнаружено шесть скоплений таких заготовок, иногда достигающих размерами 10 x 5 x 7 м при высоте около 40 см (рис. 29; рис. 30).

Е.П. Казаков выделяет два типа выдержанных по форме криц, которые, вероятно, сохранили форму нижней части горна и имеют несколько выпуклую нижнюю часть. Крицы первого типа имеют в плане овальную форму размером в среднем 12–15 см при толщине 4,5–5 см. Крицы второго типа – в виде лепешек или «караваев» диаметром 20–22 см и толщиной 5,5–6 см.

Почти все крицы имели выполненные с целью проверки качества железа сегментовидные вырубывы (рис. 28; рис. 30). На основании этих фактов можно утверждать, что кроме высоко-развитого городского производства железа, ориентированного, очевидно, на рынок, на многих поселениях и городищах домонгольской Волжской Булгарии существовали свои металлургические ремесленные мастерские, обеспечивавшие сырьем как деревенских кузнецов, так и производившие товарное железо для его реализации на рынке.

О конструкции металлургических сыродутных горнов на домонгольских памятниках сельского типа имеются некоторые данные с территории Чувашии. Два металлургических горна ямного типа были исследованы В.Ф. Каховским и А.П. Смирновым на селище Челкасы в Аликовском районе [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 136]. Один горн этого типа округлой формы диаметром 85 см был открыт на участке 9. Яма диаметром 85 см была заполнена рыхлой гумусированной супесью. Отвесные стенки ямы были сильно прокалены. На дне ямы, покрытом слоем золы, найдены куски металлического железного шлака и крицы.

Другой горн ямного типа был исследован на соседних участках. Предгорновая яма этого горна имела в плане овальную форму размерами 3,7 м по линии С – Ю, и 2,2 м по линии З – В. Глубина ямы в материке составляла 1,1 м, а от дневной поверхности – 1,45 м. Яма в разрезе имела чашевидную форму. В ее заполнении слои чередовались следующим образом: в центральной части лежал слой обожженной глины толщиной до 20 см – развал стенок горна. Ниже залегала рыхлая гумусированная супесь толщиной 20 см. Под ней находилось линзообразное скопление золы толщиной до 30 см ниже – слой обожженной докрасна глины, в восточной части которого обнаружены куски металлического шлака, угли, крицы, фрагменты гончарной посуды хорошего обжига. Дно горна было сильно прокалено. Горн был расположен в южной части сооружения. Здесь залегала масса крупных кусков шлака, крицы, ошлакованной глиняной обмазки, уголь. С западной стороны находилась предгорновая яма, откуда с помощью меха подавался воздух. Горны на селище Челкасы по археологическим материалам можно датировать в пределах X–XII вв. [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 143]. Графическая реконструкция горна на селище Челкасы представлена на рис. 17.

Таким образом, можно предположить, что в домонгольское время сельские металлургии Волжской Булгарии в основном эксплуатировали сыродутные горны ямной конструкции. Во всяком случае, других данных в нашем распоряжении пока нет.

4. ИСТОКИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ

Рассматривая черную металлургию Волжской Булгарии домонгольского периода, необходимо коснуться и вопроса об истоках формирования металлургических традиций у болгар на Волге. Для этого необходимо обратиться к материалам салтово-маяцкой культуры в Подонье, а также к материалам местных добулгарских культур Поволжья и Прикамья.

В настоящее время считается доказанным, что племена салтово-маяцкой культуры еще до переселения ранних болгар в районы Среднего Поволжья и Прикамья успешно освоили металлургические приемы добычи железа. М.М. Толмачева отмечает, что кузнечная обработка в лесостепном регионе салтовской культуры опиралась на развитое железоделательное произ-

водство [Толмачева М.М., 1989. С. 149]. По мнению Г.Е. Афанасьева и А.Г. Николаенко крупный очаг металлургии железа существовал в Донецко-Оскольском междуречье лесостепной зоны салтовской культуры [Афанасьев Г.Е., Николаенко А.Г., 1982. С. 263-268]. Они же выделили на территории лесостепного аланского региона салтовской культуры горны ямного типа со специфической глиняной колбой, двумя воздухоудвными каналами и каналом для выпуска шлака [Афанасьев Г.Е., Николаенко А.Г., 1982. С. 263-268]. Для степного болгарского региона были характерны горны ямного типа с искусственным дутьем.

В.В. Колода предложил выделять среди металлургических горнов салтово-маяцкой культуры три типа железоплавлен [Колода В.В., 1992. С. 45-47]. Первый представлен ямными горнами волчанского типа. Отличительной чертой этих печей является двухстороннее дутье через диаметрально расположенные сопловые отверстия. Внутреннее пространство этих горнов представляет собой колбу – тигель с колошником, предназначенным для загрузки в верхней части, и лещадию для выпуска шлака и извлечения губчатого железа. Рабочий объем этих горнов составлял около 0,05–0,07 куб. м. Они были сооружениями многоразового использования. В.В. Колода связывает их, вслед за предыдущими исследователями, с аланским населением верхнего течения Северского Донца и Поосколья.

Второй тип горнов – шахтные сооружения, полностью углубленные в грунт. В материке их стены изготавливались из глины, скрепленной арматурой из прутьев, в черноземе дополнительно укреплялись камнями в виде кольцевой обкладки. Основным отличием горнов этого типа от первых является одностороннее дутье с расположением сопел со стороны шлаковывпускного отверстия. Объем рабочего пространства этих печей значительно превосходил предыдущие и составлял от 0,5 до 2,6 куб. м. В связи с тем, что данный тип железоплавлен встречается только на степных памятниках салтовской культуры, их использование связывается исследователями с болгарским населением Хазарского каганата.

Горны третьего типа, выделенные по единичной находке в Донецкой области, представляют собой систему сопряженных друг с другом ямных горнов одноразового использования. Дутье в них было односторонним. В.В. Колода обращает внимание на тот факт, что в печах этого типа каждая последующая горновая яма первоначально служила ямой для установки мехов к предыдущему горну. Объем горнов этого типа составлял 0,15–0,21 куб. м. Мы предполагаем, что переселившиеся в VIII–IX вв. из районов своего прежнего обитания раннебулгарские племена принесли с собой на Среднюю Волгу и в Нижнее Прикамье свои традиционные способы получения железа. При этом по пути следования болгарские мастера-металлурги, очевидно, занимались поиском пригодных для производства железа рудных источников, а также металлургическими экспериментами на их основе. В середине 1980-х годов следы таких экспериментов по получению железа ранними булгарами были обнаружены археологической экспедицией Ульяновского пединститута у села Абрамовка в Майнском районе Ульяновской области [Ледяйкин В.И., Семькин Ю.А., 1988]. Остатки черной металлургии на Абрамовском поселении представлены железными металлургическими шлаками, вместе с которыми обнаружены железные предметы и фрагменты раннебулгарской керамики, имеющей некоторые аналогии в Больше-Тарханском могильнике [Семькин Ю.А., 1996. С. 166, рис. 26: 1]. Здесь же в пойме речки Сельдь, левого притока р. Свяга, нами были найдены незначительные выходы железной руды лугового типа, предположительно использовавшейся булгарскими металлургами для восстановления железа (рис. 2: 7). Абрамовское поселение представляет большой интерес в связи с тем, что является одним из немногих пунктов в Среднем Поволжье, где отмечены следы временного оседания раннебулгарских племен.

На территории Волжской Булгарии не выявлено остатков горнов первого и третьего типа (по В.В. Колоде) салтово-маяцкой культуры. В то же время на Болгарском городище и на городище Хулаш были исследованы горны ямного типа, которые имеют некоторые черты сходства с ямными горнами второго типа степного варианта салтово-маяцкой культуры. Так, раннебулгарский ямный горн, исследованный Б.А. Шрамко у с. Городище, имел диаметр 140 см, как и горн Хулашского городища. Как и у ямных горнов второго типа степной зоны салтова, рядом с ямными горнами городища Хулаш не обнаружено предгорновых ям.

Мы предполагаем, что ямные цилиндрические горны Хулашского городища и селища у села Челкасы в Татарстане и в Чувашии отражают металлургические традиции болгарского населения салтово-маяцкой культуры, переселявшегося в Среднее Поволжье. Вероятно, этот тип горнов бытовал здесь в IX–X вв. А в XI–XII в. у волжских булгар происходил постепенный

переход к наземному типу домниц, что явилось результатом технического прогресса и поиска новых, более эффективных способов производства остродефицитного металла. При этом важно отметить, что в XI–XII вв. вырабатывается устойчивый тип наземного колоколовидного металлургического горна. Размеры наземных колоколовидных горнов Волжской Булгарии этого времени отличаются значительным сходством. Так, сравнивая наземный горн с Хулашского городища и горн № 2 из раскопа II 1949 г. из Болгара, можно обратить внимание на то, что у них одинаковый диаметр верхнего отверстия (50 см). Не различаются существенно и наружные размеры горнов: на Хулаше – 100 см, в Болгаре – 110 см. Сходство колоколовидных горнов Болгара и Хулаша дополняется наличием у них предгорновых ям. Эти горны из Болгара и Хулаша практически синхронны и датируются в пределах XI–XII вв. То есть налицо устойчивый тип металлургических печей, сложившийся в Волжской Булгарии в X–XII вв., на основе которых идет дальнейшее развитие металлургии железа вплоть до монгольского нашествия.

Но нельзя не учитывать и возможность сохранения в Среднем Поволжье металлургических традиций именьковских племен, которым были известны конструкции ямных, а также наземных горнов цилиндрической формы с куполообразным перекрытием и искусственным воздушным дутьем, о чем свидетельствуют материалы Шигонского II поселения.

Металлургические традиции какого населения проявились в наземных горнах Волжской Булгарии домонгольского времени, исследованных на Хулашском и Болгарском городищах – однозначно решить к настоящему времени пока нельзя. Наземный тип горнов с начала X в. применяли поволжские финны. Можно предполагать, что в основе развития техники и технологии металлургического производства железа Волжской Булгарии домонгольского периода лежали технические достижения населения салтово-маяцкой культуры степного Подонья, перенявшего некоторые традиции металлургии железа у остатков именьковских и древнемордовских племен Среднего Поволжья.

О влиянии на металлургию железа со стороны угорского кушнаренковского и финно-угорского населения Прикамья и Приуралья никаких данных нет. Не прослеживается также влияние на металлургию железа Волжской Булгарии со стороны древнерусского металлургического производства.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ТЕРРИТОРИИ
ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ В РАННЕБУЛГАРСКИЙ ПЕРИОД1. ТЕХНОЛОГИЯ КУЗНЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В РАННЕЙ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ

Особенности кузнечного производства ранних булгар в Среднем Поволжье рассмотрим на основании результатов металлографических анализов 175 кузнечных изделий, происходящих из Новинковского, Больше-Тарханского, Больше-Тиганского, Танкеевского могильников, Абрамовского поселения и могильника у 116-го километра (табл. 1; табл. I-VI). Коллекция изделий из черного металла, относящихся к раннебулгарскому периоду распадается на 20 категорий предметов: 1) ножи - 31 экз., 2) топоры - 20 экз., 3) мотыжки - 6 экз., 4) серпы - 1 экз., 5) скобели - 2 экз., 6) наконечники стрел - 32 экз., 7) наконечники копий - 4 экз., 8) сабли - 9 экз., 9) перекрестия сабель - 1 экз., 10) колчаные крючки - 4 экз., 11) «ножи» с волнотобразным навершием - 2 экз., 12) стремяна - 11 экз., 13) удила - 19 экз., 14) кольца от удил - 3 экз., 15) скобы от удил - 1 экз., 16) пряжки - 18 экз., 17) кресала - 5 экз., 18) стержни - 2 экз., 19) скобы от колчанов - 1 экз., 20) скобы - 1 экз. Их распределение по памятникам дано в таблице № 1.

ДЕРЕВООБДЕЛОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ: ТОПОРЫ, СКОБЕЛИ, НОЖИ

ТОПОРЫ из раннебулгарских коллекций подразделяются на пять типов.

Тип 1 - узколезвийные клиновидные с молоткообразным обухом и округлыми щековицами. Сюда относятся следующие экземпляры из Танкеевского могильника: №№ 56, 64 (рис. 48); № 60 (рис. 49) и топор № 3 из Новинковского могильника (рис. 46).

Тип 2 - узколезвийные, клиновидные с вытянутым молоткообразным обухом. Это топоры 57, 58 (рис. 49), 53 (рис. 48) из Танкеевского могильника. Этот тип топоров, очевидно, имеет истоки в древностях салтово-маяцкой культуры. Разновидностью этого типа является топор № 13 из того же Танкеевского могильника, который имеет оттянутую лопасть лезвия (рис. 51). Топоры подобного типа также составляют значительную часть в салтово-маяцких комплексах.

Тип 3 - проушные, широколезвийные, лопастные. К этому типу относится топор № 7 из Танкеевского могильника (рис. 48). Обушок у него не сохранился.

Тип 4 - широколопастные с двухсторонним секирообразным лезвием. К этому типу относится топор № 10 из Танкеевки (рис. 48).

Тип 5 - узколезвийные, клиновидные с округлым обушком и заостренными щековицами. К этому типу относится топор № 8 из Танкеевского могильника (рис. 48).

По результатам микроструктурного исследования топоры из коллекций памятников ранней Волжской Булгарии были откованы по 6 технологическим схемам: 1) цементация лезвия, 2) ковка из цельностаальной заготовки, 3) ковка из пакетованной заготовки, 4) вварка стальной лезы, 5) V-образная наварка, 6) ковка из двухполосной заготовки (табл. 2).

Основная часть металлографически исследованных топоров (9 экз.) была изготовлена в технологии цементации лезвия - № 1, 2, 5 (рис. 48а); 9, 38, 53, 64 (рис. 48), 58, 60 (рис. 49). Все они происходят из Танкеевского могильника. Основой дляковки этих топоров послужили кричное железо и сырцовая неравномерно науглероженная сталь. Пять топоров из этой технологической группы прошли термообработку. Микротвердость троостита на шлифах с этих топоров составляет 383 кг/мм², а сорбита - 274-322 кг/мм². Основное тело топоров №№ 38 и 58 было отковано из пакетованных заготовок. На них отмечено низкое качество выполнения операции кузнечной сварки.

Следующую технологическую группу составляют три топора из Танкеевского могильника, изготовленные из цельностаальных заготовок: №№ 10 (рис. 48), 13, 57 (рис. 49). Качество

проковки исходного сырья для их изготовления было неодинаковым. Засоренный шлаками металл пошел на ковку топора № 10, средней степени чистоты металл наблюдается на шлифе с топора № 13 и очень чистый металл был использован на поковку топора № 57. Все три топора этой технологической группы прошли термообработку. Топор № 10 подвергся мягкой, а топоры №№ 10 и 57 – резкой закалке. Микротвердость сорбита на лезвии топора № 10 составляет 297 кг/мм², а мартенсита на топорах №№ 13 и 57 – 514–946 кг/мм².

Технологическая схема пакетного металла была выявлена на четырех топорах: на одном из Новинковского могильника (№ 3, рис. 46), и на трех топорах из Танкеевского могильника (№ 3, рис. 48а; №№ 8 и 36, рис. 48). Заготовки для топоров этой технологической группы ковались из различного сырья. Два топора: № 3 из Новинковского и № 8 из Танкеевского могильников откованы из заготовок пакетованного железа, топор № 3 (Танкеевский могильник) – из стальных полосок, топор № 36 – из полос железа и стали.

Качество кузнечной сварки при пакетовании заготовок топоров также было неодинаковым. Высокое качество сварки выявлено на топорах: № 3 из Новинковского могильника и №№ 3 и 8 – из Танкеевского могильника. На топоре № 36 (Танкеевский могильник) кузнечная сварка была выполнена не очень качественно, о чем свидетельствуют засоренные шлаковыми включениями сварочные швы. Один из топоров с технологической схемой пакетного металла – № 3 из танкеевской коллекции подвергся термообработке – мягкой закалке. На это указывает участок трооститовой структуры по краю шлифа с микротвердостью 274 кг/мм². Технологическая схема сварки стальной лезы была выявлена на одном топоре – № 6 из Танкеевского могильника (рис. 48а). При этом стальная леза была сварена из двух отдельных пластин. Основа топора была железная, а качество кузнечной сварки при его изготовлении – хорошее. Этот топор прошел термообработку – резкую закалку на мартенсит. Его микротвердость составляет 514–532 кг/мм².

Технологическая схема V-образной наварки стальной пластины была выявлена на двух топорах из Танкеевского могильника – № 4 (рис. 48а) и № 7 (рис. 48). Основа этих топоров была откована из кричного железа (№ 4), или сырцово неравномерно науглероженной стали (№ 7). Оба топора этой технологической группы прошли термообработку – мягкую закалку (топор № 4) и резкую закалку (топор № 7). Микротвердость трооститовой структуры на шлифе с топора № 4 составляет 297 кг/мм², а мартенситовой структуры на топоре № 7 – 514–1290 кг/мм². Качество выполнения кузнечной сварки на топорах №№ 4 и 7 было неодинаковым. Некоторые сварочные швы чистые, другие слегка засорены шлаковыми включениями.

На одном из топоров танкеевской коллекции была обнаружена технологическая схемаковки из двухполосной заготовки – № 56 (рис. 48). Заготовка топора была сварена из одной железной и одной стальной малоуглеродистой пластин металла. Металл хорошо прокован и чист от шлаковых включений.

Кратко обобщая результаты микроструктурного исследования топоров из раннебулгарских памятников Среднего Поволжья отметим, что эти результаты в основном относятся к заключительному – второму этапу раннебулгарского периода (т.е. ко второй половине IX – первой половине X вв.), так как 19 из 20 исследованных топоров происходят из коллекции Танкеевского могильника. Единственный проанализированный топор, происходящий из Новинковского могильника, показал технологическую схему пакетного металла. А в коллекции Танкеевского могильника ведущей технологической схемой изготовления топоров была их ковка из обычного кричного железа с последующей цементацией рабочей грани. Цементация была выявлена на 9 топорах.

Второе место среди технологических схем изготовления топоров раннебулгарского периода занимает пакетная технология (4 топора из 20). А если сюда включить еще два топора с пакетованной основой №№ 38 и 58, на которых была прослежена цементация рабочих граней как конечная операция (на этом основании они отнесены к группе цементованных изделий), то доля пакетованных топоров возрастает до 6 экземпляров. Менее активно при изготовлении раннебулгарских топоров Среднего Поволжья использовалась ковка из цельностальных заготовок – 3 экземпляра. Реже применялась ковка топоров с V-образной наваркой стальных пластин на железную основу – 2 экземпляра, и по одному разу были зарегистрированы технологии сварки стальной лезы в железную основу и ковка из двухполосной заготовки. Более половины из исследованных топоров – 12 экземпляров – прошли термообработку. Преимущественно применялась мягкая закалка (8 экз.), а резкая закалка выявлена на 3 топорах. Следует отметить,

что в данном случае на топорах была более предпочтительна мягкая закалка лезвия, так как в этом случае изделие было менее хрупким и более долговечным.

Обращает на себя внимание такая деталь: однотипные топоры из Танкеевского могильника (№№ 1, 2, 5 и 60) были изготовлены по одинаковой технологии – поверхностной цементацией рабочей грани орудия. Из них 3 топора прошли термообработку. На двух из трех топоворкельтов, имеющих прикамские финно-угорские истоки (№№ 36 и 38, Танкеевский могильник) также наблюдается аналогичная технологическая схема – пакетный металл. Такая взаимосвязь между типом и технологией изготовления топоров может свидетельствовать о наличии каких-то устойчивых технико-технологических традиций в тех производственных центрах, откуда поступили данные изделия. Из пяти технологически близких топоров, имеющих салтовские истоки (№№ 4, 13, 53, 57 и 58) сходная технология изготовления прослеживается только на двух экземплярах (№№ 13 и 57). Они были откованы из цельносталльных заготовок с последующей термообработкой (резкой закалкой).

СКОБЕЛИ. Из Новинковского могильника происходят еще два трудноопределимых в функциональном отношении предмета – №№ 18 и 19 (рис. 46). Однако результаты металлографических анализов позволяют предположить, что эти фрагменты происходят от деревообделочных инструментов типа скобелей. Фрагменты представляют собой тонкие пластиночки со слегка загнутыми краями. Анализом установлено, что предмет № 18 (скобель) был откован из стальной высокоуглеродистой заготовки. Предмет № 19 (скобель) был откован из заготовки, пакетованной из стальных высокоуглеродистых и железо-стальных полос металла. Оба изделия прошли термообработку – предмет № 18 мягкую закалку, а № 19 – резкую. Микротвердость перлитно-сорбитовой структуры на шлифе № 18 составляет 297–322 кг/мм², а мартенситовой на шлифе с предмета № 19 – в пределах 572–824 кг/мм².

При изготовлении предмета № 19 отмечено высокое качество проведения кузнечно-сварочных работ. На наш взгляд, представляется логичным, что применение стальных высокоуглеродистых заготовок дляковки этих предметов с последующей их закалкой может свидетельствовать об их использовании в качестве режущих инструментов, вероятнее всего, скобелей.

НОЖИ. Металлографически исследован 31 нож из коллекций памятников, относящихся к культуре ранней Волжской Булгарии (табл. 1). Из них 19 ножей относятся к первому этапу раннебулгарского периода. Сюда мы включили и ножи из Новинковского могильника (рис. 46), который, по мнению Е.П. Казакова, не является собственно болгарским, а оставлен какой-то группой кочевого населения Хазарского каганата, пришедшей в Среднее Поволжье в конце VII – начале VIII вв., и предшествующей появлению здесь собственно болгарских племен [Казаков Е.П., 1992. С. 81]. Однако кузнечные изделия Новинковского могильника по результатам микроструктурного исследования, о чем будет сказано выше, близки в технологическом отношении к продукции салтовского населения. Кроме того, было исследовано 8 ножей из Больше-Тарханского могильника (рис. 54) и 1 нож из Абрамовского поселения (рис. 55), которые можно связывать с собственно болгарскими. 5 исследованных ножей из Больше-Тиганского могильника дают представление о технологии изготовления этой категории кузнечной продукции у позднекушнаренковского населения, относимого Е.П. Казаковым к южно-уральской группе населения ранней Волжской Булгарии [Казаков Е.П., 1992. С. 81].

12 металлографически исследованных ножей из Танкеевского могильника (рис. 50) дают представление о технологических особенностях их изготовления на втором этапе раннебулгарского периода. Танкеевский могильник является основным памятником, характеризующим второй этап [Казаков Е.П., 1992. С. 87]. Все исследованные ножи – с одним режущим краем, т.е. однолезвийные с клиновидным сечением клинка и плоским суженным в конце черешком (рис. 50, №№ 25, 29, 31). Выделяются следующие типы ножей: 1) с прямой спинкой и изогнутым лезвием (рис. 50, № 25), 2) со слегка опущенной вниз спинкой и изогнутым лезвием (рис. 50, № 29). По характеру перехода от лезвию к черешку выделяются варианты: а) с плавным переходом (рис. 50, № 30), б) с резким тупым углом (рис. 54, № 11), в) с порошком – упором между черешком и лезвием (рис. 46, № 26). Исследование ножей из коллекций памятников ранней Волжской Булгарии показало, что они были изготовлены с применением 6 технологических схем (табл. 2).

В самой простой технологии – из обычного кричного железа и мягкой сырцово-неравномерно науглероженной стали были откованы четыре ножа: № 13 (Новинковский мог-к, рис. 46), № 15 (Б. Тарханский мог-к, рис. 54), № 2 (Б. Тиганский мог-к, рис. 52) и № 48

(Танкеевский мог-к, рис. 50). Об этом свидетельствуют ферритные структуры с микротвердостью 143–223 кг/мм², наблюдаемые на ножах № 13 Новинковского и № 48 Танкеевского могильников, а также феррито-перлита с микротвердостью в пределах 206–297 кг/мм² на ножах № 15 Б. Тарханского и № 2 Б. Тиганского могильников. Из цельносталей заготовок было отковано 8 ножей раннеболгарского периода: № 20 (Новинковский мог-к, рис. 46), № 13 (Б. Тарханский мог-к, рис. 54), №№ 1, 3 и 17 (Б. Тиганский мог-к, рис. 52), №№ 25, 30, 31 (Танкеевский мог-к, рис. 50).

Для поковок этих ножей была использована специально приготовленная, очевидно, способом сквозной цементации высокоуглеродистая сталь. Металл был хорошо прокован и освобожден от шлаковых включений. Заготовка ножа № 17 (Б. Тиганский мог-к) была предварительно сварена из двух полос: стальной высокоуглеродистой и небольшой пластинки среднеуглеродистой стали. Термообработано 7 ножей с цельносталейными лезвиями. Мягкая закалка выявлена на ноже № 13 (Б. Тарханский мог-к). На это указывает сорбитовая структура на шлифе с этого ножа. Ее микротвердость составляет 350 кг/мм². Резкую закалку прошли шесть ножей этой технологической группы: № 20 (Новинковский мог-к), №№ 1 и 17 (Б. Тиганский мог-к) и №№ 25, 30, 31 (Танкеевский мог-к). На шлифе с ножа № 30 (Танкеевский мог-к) наблюдается пластинчатый перлит с мартенситовой ориентировкой и микротвердостью 254 кг/мм², что позволяет предполагать, что нож прошел резкую закалку. Микротвердость мартенсита на шлифах с ножей, прошедших резкую закалку колеблется в пределах 514–946 кг/мм². Следует отметить, что на ножах №№ 25 и 31 из Танкеевского могильника выше зоны мартенсита, локализованного у режущей грани лезвий, наблюдаются более мягкие переходные структуры троостита, сорбита и даже перлита. Аналогичная картина наблюдается на шлифе с ножа № 17 (Б. Тиганский мог-к), где мартенсит, занимающий режущую кромку лезвия и имеющий микротвердость 642–824 кг/мм², переходит выше к спинке лезвия постепенно в троостит с микротвердостью 420 кг/мм². Это может свидетельствовать о локальном характере резкой закалки ножей (закаливалось не все лезвие, а лишь его режущая кромка). Вероятно, что эта тонкость термообработки не была случайной. Она применялась сознательно и позволяла получать тонкий режущий край ножа при сохранении вязкой и более прочной основы изделия, чем у ножа, лезвие которого было закалено полностью. На двух цельносталейных ножах, не прошедших термообработку, сохранились структуры феррито-перлита: № 3 (Б. Тиганский мог-к), и перлита – № 30 (Танкеевский мог-к).

Применение технологии пакетного металла, когда заготовка изделия предварительно сваривалась из нескольких отдельных полос металла (железных и стальных в разных комбинациях) была выявлена на 12 ножах из памятников ранней Волжской Булгарии – №№ 12, 21, 44 (Новинковский мог-к, рис. 46), №№ 8, 12 и 14 (Б. Тарханский мог-к, рис. 54), № 26 (Тиганский мог-к, рис. 52), №№ 14, 29, 37, 46 и 47 (Танкеевский мог-к, рис. 50).

Нож № 12 (Новинковский мог-к) был откован из заготовки пакетованной из полос сырцово-й, высокоуглеродистой, малоуглеродистой стали, а также из полосок железа. Из пяти полосок мягкой сырцовой стали и кричного железа был откован нож № 21 (Новинковский мог-к). Лезвие ножа № 44 (Новинковский мог-к) было отковано из полос кричного железа и высокоуглеродистой стали. Ножи №№ 8, 12 и 14 (Б. Тарханский мог-к) откованы из разных заготовок. Нож № 8 откован из заготовки, где в центре клинка была вварена стальная высокоуглеродистая полоса, а по краям пакетованные железные полоски. Эта технологическая схема по своей идее, как нам представляется, вплотную примыкает к технологии трехслойного пакета. Кончик лезвия этого ножа прошел термообработку – резкую закалку на мартенсит. Нож № 14 был откован из заготовки, пакетованной из полос однородной стали, а № 12 – из стальных и железных полосок. Нож № 26 (Б. Тиганский мог-к) откован из нескольких полос железа и стали. Из различных заготовок были откованы и ножи с технологией пакетного металла из Танкеевского могильника: № 14 – из полос неравномерно науглероженной и высокоуглеродистой стали, № 29 – из стальных полос с различной степенью науглероженности, № 37 – из полос высокоуглеродистой стали, № 46 – из стальных и железных полос, № 47 – из пакетованной заготовки, где в центре вварена высокоуглеродистая пластиночка, а по краям приварены менее углеродистые полосы стали. Из числа 12 ножей с технологией пакетования 9 экземпляров прошли термообработку. 5 ножей подверглись мягкой закалке: № 44 (Новинковский мог-к), №№ 12 и 14 (Б. Тарханский мог-к), №№ 29, 47 (Танкеевский мог-к). Структура сорбита и сорбитообразного перлита на шлифах этих ножей имеет микротвердость в пределах 322–383 кг/мм². 4

ножа сохранили следы резкой закалки: № 12 (Новинковский мог-к), № 8 (Б. Тарханский мог-к), № 26 (Б. Тиганский мог-к) и № 37, Танкеевский мог-к). Об этом свидетельствуют мартенситовые структуры на шлифах с этих ножей. Их микротвердость колеблется в пределах 383–572 кг/мм². Качество выполнения технически сложной операции кузнечной сварки на ножах с пакетованной заготовкой в основном было хорошим. Чистые сварочные швы наблюдаются на шлифах с ножей: №№ 12 и 14 (Б. Тарханский мог-к), № 26 (Б. Тиганский мог-к) и №№ 46 и 47 (Танкеевский мог-к). Несколько хуже было качество выполнения сварки на ножах № 21 (Новинковский мог-к) и № 29 (Танкеевский мог-к). Плохое качество сварки отмечено на ножах: №№ 12 и 44 (Новинковский мог-к), № 8 (Б. Тарханский мог-к), №№ 14, 37 (Танкеевский мог-к). Об этом свидетельствуют сильно засоренные шлаковыми включениями сварочные швы с этих ножей.

Технологическая схема, аналогичная трехслойному пакету, выявлена на ноже № 34 из Танкеевского могильника (рис. 50). Здесь в центре клинка была вварена стальная высокоуглеродистая пластина, а по краям клинка были приварены пластины из менее науглероженной стали. Нож прошел термообработку – резкую закалку на мартенсит. Об этом свидетельствует структура мартенсита с микротвердостью 420–464 кг/мм² в центральной стальной зоне клинка.

Пять ножей из археологических памятников ранней Волжской Булгарии были изготовлены в технологии вварки стальной лезы: №№ 9, 10, 11 (Б. Тарханский мог-к, рис. 54), № 1 (Абрамовское поселение, рис. 55), № 50 (Танкеевский мог-к, рис. 52). При этом основа ножей с такой технологической схемой была различной. На ножах №№ 9 и 11 из Б. Тарханского могильника основа была пакетованной из стальных и железных полос. На ноже № 10 – только из железных полос. На ноже № 1 из Абрамовского поселения основа была стальной, на ноже № 50 из Танкеевского могильника – из равномерно науглероженной стали. В качестве вварной лезы на ножах этой технологической группы использовались в основном небольшие полоски высокоуглеродистой стали. Только на ноже № 10 из Б. Тарханского могильника вварная леза была из малоуглеродистой стали (очевидно, ошибка кузнеца).

Четыре из пяти ножей с технологией вварки сохранили следы термообработки. Мягкую закалку прошел нож № 9 (Б. Тарханский мог-к). Сорбито-трооститовая структура во вварной лезе имеет микротвердость 350 кг/мм². Резкую закалку прошли ножи № 11 (Б. Тарханский мог-к), № 1 (Абрамовское поселение) и № 50 (Танкеевский мог-к). Мартенситовые структуры во вварных стальных пластиночках имеют микротвердость в пределах 464–824 кг/мм². Качество выполнения сварочных работ при ковке ножей данной технологической группы было различным. На ножах из Б. Тарханского могильника в двух случаях сварка была выполнена на среднем уровне качества (№№ 9, 10), в одном случае некачественно (№ 11). Очень хорошим качеством сварочных работ отличаются ножи № 1 из Абрамовского поселения и № 50 из Танкеевского могильника. Но в целом операция кузнечной сварки на ножах технологической вварки стальной лезы была выполнена умело.

И последняя технологическая схема, выявленная на ноже № 35 из Танкеевского могильника – этоковка из двухполосной заготовки. Здесь в заготовке воедино были сварены высокоуглеродистые и среднеуглеродистые полосы. Нож прошел мягкую термообработку. На это указывает сорбито-трооститовая структура в стальной высокоуглеродистой зоне с микротвердостью 383–464 кг/мм², и сорбитообразный перлит с микротвердостью 274 кг/мм². На этом ноже качество проведения кузнечной сварки было хорошим. Кроме того, микроструктурно исследован металл двух так называемых «ножей» с волютообразным навершием из коллекции Новинковского могильника – №№ 11 и 22 (рис. 46). Функциональное назначение этих предметов неясно. Они могли выполнять функцию заколов или стилетов. Один из этих «ножей» (№ 11) был откован из пакетной заготовки (из полосок средне- и малоуглеродистой стали). Другой «нож» (№ 22) откован из цельностальной неравномерно науглероженной заготовки. Повышенная микротвердость перлитовой микроструктуры на шлифе – до 322 кг/мм² позволяет предполагать, что изделие прошло термообработку.

Подводя итоги по результатам металлографического исследования ножей из коллекций памятников ранней Волжской Булгарии отметим, что ведущими технологическими приемами изготовления ножей в раннеболгарский период были:ковка из заготовок пакетного металла (12 экз., 38,7%) и из цельностальных заготовок (8 экз., 25,8%). Реже применялась технология вварки лезы в многослойную основу (5 экз., 16,12%). В единичных случаях отмечены ножи из двухполосной заготовки и с трехслойным пакетом (по 3,22%). Иногда применялась и самая

простая технология – ковка ножей из обычного кричного железа и мягкой сырцово́й стали (4 экз., 12,9%).

Обращает на себя внимание отсутствие ножей с технологией цементации. Однако на восточноевропейских памятниках цементация ножей вообще применялась редко, как и ковка из двухполосных заготовок [Завьялов В.И., 1989. С. 173]. Термически обработанных ножей из 31 исследованных металлографически выявлено 22 экз. (71%).

В коллекции из Новинковского могильника основным технологическим приемом изготовления ножей была ковка из пакетных заготовок (3 экз. из 5). По одному случаю отмечена ковка из цельносталльной и железной заготовок. Термически обработано было 3 ножа из этой коллекции. В коллекции из Больше-Тарханского могильника при изготовлении ножей применялись технологии: ковка из пакетных заготовок, варка стальной лезы в пакетованную основу (по 3 экз.). Отмечено по одному ножу, откованному из цельносталльной заготовки и из неравномерно науглероженной стали.

Особенностьюковки ножей в болгаро-салтовской группе памятников ранней Волжской Булгарии на первом этапе раннебулгарского периода (по материалам Б.Тарханского могильника и Абрамовского поселения) является применение технологии варки стальной лезы в многослойную основу, а также ковка из пакетных заготовок. В этой группе памятников наблюдается довольно значительная доля термообработанных ножей (7 экз. из 9). Иначе выглядят технологические традицииковки ножей у населения, оставившего Б. Тиганский могильник, относящийся к южноуральской, позднекушнаренковской группе населения первого этапа ранней Волжской Булгарии. Здесь из пяти исследованных ножей три были откованы из цельносталльных заготовок и по одному – из заготовки неравномерно науглероженной стали и пакетного металла. В этой группе термообработку прошли три ножа из пяти исследованных.

На втором этапе раннебулгарского периода, судя по материалам Танкеевского могильника второй половины X – первой половины X вв., сохраняется и усиливается традиция, характерная для памятников первого этапа – ковка ножей из пакетных заготовок (5 экз. из 12 исследованных). Продолжается традиция ковать ножи из цельносталльных заготовок (3 экз. из 12) и в технологии варки стальной лезы (1 экз.). Но арсенал технологических приемов изготовления ножей выглядит более разнообразно за счет применения технологии трехслойного пакета (1 экз.) иковки из двухполосной заготовки (1 экз.). В единичном случае в Танкеевском могильнике отмечена ковка из простого кричного железа. На втором этапе раннебулгарского периода увеличивается доля термообработанных ножей – 9 экз. из 12 исследованных.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ

Из числа сельскохозяйственных орудий раннебулгарского периода металлографически были исследованы шесть мотыжек и один серп. Две мотыжки происходят из Новинковского могильника (№№ 6 и 46, рис. 46) и четыре мотыжки – из Танкеевского могильника (№№ 11, 12, 39, 41, рис. 49).

МОТЫЖКИ – орудия, широко распространенные на памятниках салтово-маяцкой культуры [Плетнева С.А., 1964. С. 159, рис. 12: 1–3]. Е.П. Казаков выделяет среди болгарских древностей с домонгольских поселений низовий Камы два типа мотыжек. Тип 1 характеризуется отношением диаметра втулки к ширине рабочей части равным 1 или близким к 1. Рабочая часть этих предметов не имеет плечиков при переходе к втулке [Казаков Е.П., 1991. С. 83]. Тип 2 составляют мотыжки, у которых отношение диаметра втулки к ширине рабочей части меньше 1. У них четко выраженные плечики при переходе от втулки к лопасти. Из числа исследованных к 1-му типу можно отнести мотыжку № 6 из новинковской коллекции и мотыжку № 41 из танкеевской. Аналитически установлено, что 6 мотыжек из коллекций с памятников ранней Волжской Булгарии были изготовлены по четырем технологическим схемам: 1) из цельносталльных заготовок, 2) из пакетных заготовок, 3) в технологии наварки V-образной пластины, 4) из двухполосной заготовки (табл. 1а).

Одна мотыжка (№ 39, Танкеевский мог-к, рис. 49) была откована из цельносталльной высокоуглеродистой заготовки. Технологияковки из пакетованных заготовок выявлена на трех экземплярах мотыжек: №№ 6 и 46 (Новинковский мог-к, рис. 46) и № 12 (Танкеевский мог-к, рис. 49). При этом пакетные заготовки мотыжек данной технологической группы выглядят

различно. У мотыжки № 6 (Новинковский мог-к) заготовка была сварена пакетом из полос высокоуглеродистой стали. Заготовка мотыжки № 46 (Новинковский мог-к) была сварена из двух стальных и одной железной полос с выходом на рабочую часть наиболее науглероженной стальной зоны. Из заготовки, пакетованной из стальных среднеуглеродистых и железных полос была откована мотыжка № 12 из танкеевской коллекции. Интересно отметить, что эта мотыжка прошла еще дополнительную цементацию рабочей поверхности лезвия. Технологическая схема V-образной наварки стальных пластин на железную основу была прослежена на одной мотыжке из Танкеевского могильника (№ 11, рис. 49). В качестве наварной пластины была использована среднеуглеродистая сталь.

Из двухполосной железо-стальной заготовки была откована одна мотыжка из Танкеевского могильника – № 41 (рис. 49).

Термообработку прошли все 6 металлографически исследованных мотыжек. Три орудия прошли резкую закалку: № 6 (Новинковский мог-к), №№ 39, 41 (Танкеевский мог-к). Мартенситовые структуры на шлифах с этих орудий имеют микротвердость в пределах 464–824 кг/мм². Местами наблюдаются зоны сорбита с микротвердостью 350–420 кг/мм². Мягкой закалке подверглись мотыжки № 46 (Новинковский мог-к), №№ 11 и 12 (Танкеевский мог-к).

О применении мягкой закалки свидетельствуют повышенная микротвердость перлита на шлифе с мотыжки № 46 (Новинковский мог-к) – 274–350 кг/мм², перлито-сорбитовая структура на шлифе с мотыжки 11 с микротвердостью до 254 кг/мм², и сорбит на шлифе с мотыжки 12 (Танкеевский мог-к). Его микротвердость составляет 350 кг/мм².

Операция кузнечной сварки на мотыжках раннебулгарского периода была выполнена в основном качественно. Только на мотыжке № 41 из танкеевской коллекции качество кузнечной сварки было низким – сварочные швы заполнены шлаковыми включениями.

Таким образом, в большинстве случаев при изготовлении мотыжек из памятников ранней Волжской Булгарии использоваласьковка из пакетованных заготовок. Обращает на себя внимание то, что новинковские мотыжки, датируемые первой половиной VIII в., были изготовлены по однообразной технологической схеме – из пакетованных заготовок. Более разнообразно выглядит технология изготовления мотыжек из танкеевской коллекции – с использованием всех четырех технологических схем. Здесь, наряду с технологиейковки орудий из пакетованной заготовки, представлены схемыковки из цельностальной заготовки, а также встречаются орудия со стальными наварными лезвиями: V-образная наварка и двухполосная сварка.

СЕРПЫ. Фрагмент серпа № 16 (рис. 51) из Танкеевского могильника, вероятно, относится к так называемому болгарскому типу серпов [Левашева В.П., 1939. С. 62, рис. 15]. По данным металлографического анализа он был откован из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-стали.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ БЫТА

Из предметов быта микроструктурным анализом исследовано 5 кресал, 19 пряжек, 3 стержня и 1 скоба.

КРЕСАЛА. Все они происходят из Больше-Тарханского могильника (рис. 54). Кресала цельнометаллические с ударной пластиной в виде широкой прямоугольной полосы. По характеру оформления рукоятки выделяются несколько разновидностей: 1) кресала со спинкой, завершающейся по краям завитками (рис. 54, №№ 19, 20); 2) кресала с выраженной рукояткой в виде широкой дуговидной петли с четырехгранным верхом (рис. 54, № 18); 3) кресала, рукоятка которых оформлена в виде миниатюрных кузнечных клещей (рис. 54, №№ 16, 17).

Аналитически было выявлено пять различных технологических схем изготовления раннебулгарских кресал: 1) из цельностальной заготовки, 2) из трехслойной пакетованной заготовки с помещением в центр стальной полосы, 3) боковая наварка стальной полосы, 4) V-образная наварка стальной пластины, 5) торцовая наварка стальной пластины. Отличительной особенностью всех пяти исследованных кресал является сильная засоренность шлаковыми включениями исходного сырья.

Кресало № 18 было отковано из заготовки, пакетованной из четырех стальных высокоуглеродистых пластинок. На наш взгляд, технологическая схема изготовления этого кресала, скорее, относится к группе цельностальных, чем к пакетованным. Основная технологическая

идея изготовления данного кресала состояла в получении цельностальной ударной рабочей грани орудия, а пакетование стальных полосок являлось только способом реализации этой идеи.

Кресало № 20 было отковано из трехслойной пакетованной заготовки, где в центре между железной и железо-стальной полосками металла была вварена полоса высокоуглеродистой стали.

Кресало № 19 отковано в технологии торцовой наварки стальной высокоуглеродистой пластиночки на железную основу, в свою очередь, пакетованную из трех отдельных полосок.

Технологическая схема боковой наварки стальной высокоуглеродистой пластиночки на железную основу прослежена на кресале № 16.

Кресало № 17 было изготовлено в технологии V-образной наварки стальной высокоуглеродистой пластины на железную основу.

Все пять исследованных кресал прошли термообработку. Три экземпляра (№№ 18, 19 и 20) подверглись резкой закалке на мартенсит. Его микротвердость варьирует в пределах 464–24 кг/мм². Мягкая закалка имела место при изготовлении кресал №№ 16 и 17. После термообработки в стальных зонах на кресалах образовались структуры троостита с микротвердостью 464 кг/мм² (№ 16) и сорбита с микротвердостью 350 кг/мм² (№ 17). Обращает на себя внимание плохое качество выполнения кузнечной сварки на большинстве исследованных кресал. Хорошее выполнение операции кузнечной сварки отмечено только на шлифе с кресала № 20.

На исследованных кресалах не прослежено связи между технологическими схемами и типами изделий. Однотипные кресала №№ 16, 17, а также №№ 19 и 20 были откованы по различным технологическим схемам.

ПРЯЖКИ. Микроструктурно исследован металл 19 пряжек из коллекций памятников ранней Волжской Булгарии (табл. 1). Типологически пряжки относятся в основном к одной разновидности – с четырехугольной, слегка трапецевидной рамкой из плоской брусковидной пластины (Новинковский мог., рис. 46, № 17). Встречаются другие типы пряжек, на которых рамка имеет овальную форму (Новинковский мог., рис. 46, № 26). По форме рамки пряжки подразделяются на три основных подтипа: 1) с четырехугольной (прямоугольной или слегка трапецевидной) рамкой (рис. 46, № 17), 2) с овальной рамкой (рис. 49, № 19), 3) с дугообразной рамкой (рис. 52, № 12).

Аналитически было установлено, что пряжки ковались с применением трех технологических схем: 1) из кричного железа или неравномерно науглероженной сырцово-стали, 2) из цельностальных заготовок, 3) из пакетных заготовок (табл. 1).

Большинство пряжек (12 экз.) было отковано из кричного железа или мягкой сырцово-стали: №№ 17, 23, 24, 26, 28, 47 (Новинковский мог-к, рис. 46), №№ 31, 32, 34 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54), № 2 (Абрамовское пос., рис. 55) и № 33 (Танкеевский мог-к, рис. 49).

Пять пряжек были откованы из цельностальных заготовок: №№ 30, 32 (Новинковский мог-к, рис. 46) и №№ 31, 40, 43 (Танкеевский мог-к, рис. 49).

Две пряжки были откованы из заготовок пакетного металла: № 33 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54) и № 19 (Танкеевский мог-к, рис. 49). Хотя термообработка при изготовлении пряжек вряд ли могла применяться целенаправленно, однако, на четырех изделиях из девятнадцати наблюдаются следы мягкой закалки. Вероятнее всего, такая термообработка получалась непреднамеренно, а в момент охлаждения изделий послековки. На шлифах с пряжек № 17 (Новинковский мог-к), №№ 19, 40 и 62 (Танкеевский мог-к) отмечены сорбитовые структуры с микротвердостью 350–383 кг/мм² и трооститовая с микротвердостью до 464 кг/мм².

Наиболее сложной в технологическом отношении из числа исследованных была пряжка № 23 из новинковской коллекции (рис. 46). Ее особенностью является наличие в центральной части рамки язычка, T-образно примыкающего к вращающейся в отверстиях рамки оси, размещенной в центральной части рамки. При изготовлении данной пряжки применялась операция пробивки отверстий в краях рамки и расклепывание штырьков для жесткой фиксации всей конструкции.

Завершая разбор технологии изготовления пряжек раннебулгарского периода, отметим, что на первом этапе (включая и первую половину VIII в.) эти изделия преимущественно ковались из кричного железа и мягкой сырцово-стали. В небольшом количестве отмечено изготовление из цельностальных (2 экз.) и пакетованных (1 экз.) заготовок. На втором этапе раннебулгарского периода, судя по материалам Танкеевского могильника, увеличивается количество

пряжек из цельносталейных заготовок (3 экз. из 5 исследованных). Меньше встречено изделий из обычного кричного железа (1 экз.). Из пакетованной заготовки также отмечена 1 пряжка. Увеличение доли стальных пряжек косвенно может свидетельствовать о том, что на втором этапе раннебулгарского периода в распоряжении кузнецов появилось больше стальных заготовок, которые стали использовать даже дляковки такой простой продукции, как пряжки.

СТЕРЖНИ. Микроструктурно были исследованы три трудноопределимые в функциональном отношении предмета. Один из них происходит из Новинковского могильника – № 7 (рис. 46). Он имеет квадратное сечение, один заостренный конец, а на противоположном конце ковкой сформована несомкнутая петля. Два других предмета происходят из Танкеевского могильника: №№ 28 и 44 (рис. 49). Они имеют вид прямоугольных вытянутых пластин с клиновидным (№ 28) и прямоугольным (№ 44) сечением. Все три предмета были откованы из различных заготовок. Стержень № 7 из новинковской коллекции был откован из мягкой сырцовой стали. Из высокоуглеродистой стальной заготовки был откован стержень № 28, а стержень № 44 (Танкеевский мог-к) откован из пакетованной заготовки, где в центре была помещена стальная высокоуглеродистая и две железные полосы по краям. Предположительно, стержень № 28 (Новинковский мог-к) мог использоваться в быту как крюк для подвешивания груза, а стержни №№ 28 и 44 могли быть либо инструментами, либо заготовками. Стержень № 28 прошел термообработку – мягкую закалку на сорбит. Его микротвердость составляет 350 кг/мм². Кузнечная сварка при изготовлении заготовки стержня № 44 была очень качественной.

СКОБЫ. Из заготовки неравномерно науглероженной сырцовой стали была откована скоба № 26 (Танкеевский мог-к, рис. 49).

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВООРУЖЕНИЯ

Коллекция предметов вооружения из памятников ранней Волжской Булгарии, прошедшая микроструктурное исследование, включает в себя 32 наконечника стрел, 4 наконечника копий, 9 сабель, 1 перекрестие от сабли, 1 скобу от колчана, 4 колчанных крючка (табл. 1).

НАКОНЕЧНИКИ СТРЕЛ. Все исследованные наконечники стрел – черешковые. Выделяются следующие типы наконечников:

Тип 1 – трехлопастные, килевидные с плечиками (тип 16 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 59]. Время бытования наконечников такого типа – VI–IX вв. и начало X в. [Культура Биляра, 1985. С. 145]. К этому типу отнесены наконечники №№ 8, 9 (Новинковский мог-к, рис. 46), №№ 22, 23 (Б. Тарханский мог-к, рис. 54).

Тип 2 – ромбовидные с расширением в середине пера (тип 40 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 64]. Встречаются в памятниках IX–X вв. К этому типу относятся наконечники №№ 26, 28 (Б. Тарханский мог-к, рис. 54), № 3 (мог-к у 116 км, рис. 53) и №№ 15, 27 (Танкеевский мог-к, рис. 50).

Тип 3 – ромбовидные, плоские, с расширением в середине пера (тип 43 по А.Ф. Медведеву [1966. С. 66]. Время их бытования – с IX в. до монгольского нашествия. К этому типу относится наконечник № 29 из большетарханской коллекции (рис. 54).

Тип 4 – ромбовидные, плоские новгородского типа (тип 46 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 67]. Широко применялись в IX–XI вв. К этому типу отнесен наконечник № 9 (Б. Тиганский мог-к, рис. 52).

Тип 5 – ромбические, плоские без упора (тип 47 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 68]. Бытовали с середины XI по XIV вв. К этому типу относятся наконечники №№ 42, 49, 51, 52 из Танкеевского могильника (рис. 50).

Тип 6 – ромбические, плоские с упором (тип 48 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 68]. Время их бытования – IX–XIV вв. К этому типу относится наконечник № 6 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52).

Тип 7 – ромбические плоские с расширением в середине пера, с прямыми сторонами и выгнутыми плечиками. Бытовали в IX–XI вв. К этому типу относится наконечник № 7 из больше-тиганской коллекции (рис. 52).

Тип 8 – плоские с параллельными краями, с перехватом и упором. К данному типу отнесен наконечник № 10 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52).

Тип 9 – шиловидные ромбического сечения, без перехвата (тип 95 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 84]. Датируются с VIII по XIV вв. К данному типу относится наконечник № 35 из новинковской коллекции (рис. 46).

Тип. 10 – шиловидные квадратного сечения с простым упором (тип 94 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 84]. К этому типу относится наконечник № 18 из Больше-Тиганского могильника (рис. 54).

Тип 11 – ланцетовидные с упором (тип 62 по А.Ф. Медведеву [1966. С. 73]. Встречаются в памятниках IX–XI вв. К этому типу относятся наконечники № 54 из Танкеевского могильника (рис. 50) и № 20 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52).

Тип 12 – граненые с листовидным пером, переходящим в уступчатый упор. К этому типу относится наконечник № 25 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54).

Тип 13 – с пером ромбического сечения, с параллельными краями и узелковым упором. К данному типу относится наконечник № 27 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54).

Тип 14 – с листовидным пером ромбического сечения в верхней половине и уплощенным в нижней половине, с упором при переходе к черешку. К этому типу относится наконечник № 24 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54).

Тип 15 – бронебойные в виде кинжалчика ромбического сечения, с перехватом (тип 97 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 85]. К данному типу отнесен наконечник № 11 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52).

Тип 16 – килевидные с расширением в нижней половине длины пера (тип 34 по А.Ф. Медведеву) [1966. С. 63]. Время бытования – VIII–IX вв. К этому типу относится наконечник № 19 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52).

Тип 17 – двурогие вильчатые срезни (тип 60 по А.Ф. Медведеву [1966. С.72]).

Тип 18 – один наконечник из Танкеевского могильника (рис. 50, № 55) имеет индивидуальную форму и отличается крупными размерами. Возможно, это наконечник стрелы от охотничьего самострела.

Микроструктурным анализом 32 наконечников стрел из памятников ранней Волжской Булгарии выявлено 5 технологических схем их изготовления (табл. 1а): 1) из кричного железа и мягкой неравномерно науглероженной стали, 2) цементация поверхности, 3) из цельностальных заготовок, 4) из пакетных заготовок, 5) из двухполосных заготовок.

Из простого кричного железа и неравномерно науглероженной стали было отковано 11 наконечников. Из них 6 наконечников оказались железными: №№ 8, 9, (Новинковский мог-к, рис. 46), № 27 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54), №№ 6, 19 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52), № 55 Танкеевский мог-к, рис. 50).

Из неравномерно науглероженной стали отковано 5 наконечников стрел – №№ 24, 26 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54), № 7 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52), №№ 49, 54 (Танкеевский мог-к, рис. 50). Микротвердость ферритовой структуры на шлифах различная и варьирует в пределах 134–221 кг/мм², а в отдельных случаях до 274 кг/мм² (№ 19 из Б.Тиганского мог-ка). Микротвердость феррито-перлита на шлифах с наконечников данной технологической группы составляет 183–236 кг/мм².

Два наконечника – № 35 (Новинковский мог-к, рис. 46) и № 8 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52) были откованы из кричного железа с последующей поверхностной цементацией. Микротвердость феррито-перлитовой структуры на шлифах составляет 193–221 кг/мм², а феррита в основе наконечников – 181–274 кг/мм².

Наиболее значительную технологическую группу составили 12 наконечников стрел, откованных из цельностальных заготовок: №№ 10, 34 (Новинковский мог-к, рис. 46), №№ 25, 28, 29 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54), №№ 9, 11, 18, 20 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52), №№ 15, 27, 51 (Танкеевский мог-к, рис. 50). Микротвердость феррито-перлитовой структуры на цементованных участках наконечников составляет 193–274 кг/мм².

Термообработку – мягкую закалку прошли два наконечника из числа цельностальных: № 20 (Б.Тиганский мог-к) и № 27 (Танкеевский мог-к). Об этом свидетельствует повышенная микротвердость перлитовой структуры на шлифе с наконечника № 20, составляющая 254–350 кг/мм², и сорбито-трооститовая структура на шлифе с наконечника № 27, составляющая 350–383 кг/мм².

Из пакетных заготовок были откованы 6 наконечников стрел: №№ 22, 23 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54), №№ 3, 5 (мог-к у 116 км, рис. 53), №№ 42 и 52 (Танкеевский мог-к, рис. 50).

Заготовки для этих наконечников пакетовались из различного сырья. Из полос железа и стали откованы наконечники №№ 23, 24 (Б.Тарханский мог-к), №№ 3, 5 (мог-к у 116 км.) и № 42 (Танкеевский мог-к). Из полосок неравномерно науглероженной стали откован наконечник № 52 (Танкеевский мог-к).

Микротвердость ферритовой структуры на шлифах с этих наконечников составляет 181–236 кг/мм², а феррито-перлитовой – 181–297 кг/мм². Наконечник № 22 (Б. Тарханский мог-к), вероятно, прошел термообработку. На это указывает структура сорбитообразного перлита с микротвердостью 383–420 кг/мм².

И последняя технологическая группа, отмеченная на наконечниках стрел, представлена одним экземпляром – № 10 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52). Он был откован из двухполосной заготовки, сваренной из высокоуглеродистой и среднеуглеродистой стали. Этот наконечник прошел термообработку – резкую закалку на мартенсит. Его микротвердость в высокоуглеродистой стальной зоне составляет 824–1290 кг/мм², а микротвердость феррито-перлитовой структуры в другой половине шлифа колеблется в пределах 221–383 кг/мм².

Качество исходного сырья на наконечниках стрел раннебулгарского периода было неодинаковым. 17 наконечников (53,1%) были откованы из сильно засоренного шлаковыми включениями металла, чистый металл и с удовлетворительным качеством проковки наблюдается на шлифах с 15 наконечников (46,9 %). Новинковские наконечники стрел были откованы в основном из чистого металла (4 экз. из 5). Наконечники стрел из Больше-Тарханского могильника отличаются в основном сильной засоренностью сырья шлаковыми включениями (5 из 8 наконечников большетарханской коллекции). Из аналогичного сырья были откованы 7 из 9 наконечников большетиганской коллекции.

Качество выполнения кузнечно-сварочных работ на наконечниках стрел также было неодинаковым, но в основном хорошим. Только на двух наконечниках (№ 23, Б.Тарханский мог-к и № 42, Танкеевский мог-к) кузнечная сварка была проведена некачественно.

Сравнение технологии изготовления наконечников стрел раннебулгарского периода по хронологическим этапам и этнокультурным группам показывает, что в первой половине VIII в. у населения, оставившего Новинковский могильник, наконечники стрел ковались по трем технологическим схемам: 1) из обычного кричного железа (2 экз.), 2) цементация поверхности (1 экз.), 3) из цельносталльных заготовок (2 экз.). Во второй половине VIII – первой половине IX вв. в булгарской племенной группировке, оставившей Больше-Тарханский могильник, наконечники стрел преимущественно изготавливались из кричного железа и неравномерно науглероженной стали (по 3 экз.). В этой коллекции встречаются также наконечники из пакетных заготовок (2 экз.). В отдельных случаях применялась термообработка. В позднекушнаренковской племенной группировке, судя по исследованным наконечникам стрел из Больше-Тиганского могильника и могильника у 116 км, применялись все выявленные технологические схемы, но большинство их было отковано из цельносталльных заготовок (4 экз. из 11). Ковались стрелы также из простого сырья – железа и сырцово-неравномерно науглероженной стали (3 экз.). В единичных случаях выявлены технологические схемы цементации и пакетного металла. Отмечены случаи термообработки наконечников стрел (2 экз.).

На втором этапе раннебулгарского периода (во второй половине IX – первой четверти X вв.) в танкеевской племенной группировке наконечники стрел ковались как из простого сырья (железа и неравномерно науглероженной стали (3 экз.), так и с применением цельносталльных (3 экз.) и пакетованных (2 экз.) заготовок. В этой коллекции термообработано было 2 наконечника.

НАКОНЕЧНИКИ КОПИЙ. Четыре исследованных микроструктурно наконечника копий подразделяются на такие типологические группы: 1) пика с вытянутым пером ромбического сечения – экземпляр № 41 из Новинковского могильника (рис. 46). 2) пика с коротким пером ромбического сечения и длинной втулкой – экземпляр № 40 из Новинковского могильника (рис. 46), 3) пика с пером вытянуто-треугольной формы и ромбическим сечением пера – экземпляр № 59 из Танкеевского могильника (рис. 50), 4) копье с широким листовидным пером ромбического сечения и воронкообразной втулкой – экземпляр № 30 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54).

Металлографический анализ показал, что наконечники копий были откованы по трем различным технологическим схемам: 1) из железной заготовки с последующей цементацией поверхности, 2) из заготовки пакетного металла, 3) из двухполосной заготовки.

Технология цементации была прослежена на наконечнике пика № 59 из танкеевской коллекции (рис. 50). Технологияковки из пакетованной заготовки выявлена на наконечнике копыя № 30 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54). В пакетный блок заготовки этого копыя в центр между железными и стальными пластинами была вварена стальная высокоуглеродистая полоса. Из двухполосных заготовок были откованы оба наконечника пика из Новинковского могильника (рис. 46, №№ 40, 41). Заготовка наконечника № 40 была сварена из полос среднеуглеродистой и неравномерно науглероженной стали. На пике № 41 на боевую грань выходит наиболее науглероженный стальной участок.

Три наконечника копий подверглись термообработке – мягкой закалке. На это указывают троостито-сорбитовые структуры на шлифах с копий: № 30 из большетарханской и № 59 из танкеевской коллекций. Микротвердость этих структур на шлифах колеблется в пределах 322–383 кг/мм². На мягкую закалку указывает также повышенная микротвердость феррито-перлита на шлифе с копыя № 40 из новинковской коллекции – до 383 кг/мм². Кузнечная сварка при подготовке заготовок для копий была неодинаковой. На наконечниках копий из новинковской коллекции она была проведена некачественно. Сварочные швы на шлифах заполнены шлаковыми включениями. А на копые из большетарханской коллекции сварка была выполнена очень умело.

САБЛИ. Девять исследованных металлографически сабель из памятников ранней Волжской Булгарии типологически, в зависимости от степени изогнутости лезвия, подразделяются на две основные группы: 1) слабоизогнутые, 2) сильноизогнутые [Культура Биляра, 1985. С. 176]. К первой группе отнесены сабли № 45 (Новинковский мог-к, рис. 46), № 35 (Б.Тарханский мог-к, рис. 54), №№ 21, 22, 23 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52). Ко второй группе отнесены сабли № 29 (Новинковский мог-к, рис. 46), № 1 (мог-к у 116 км, рис. 53), №№ 24, 25 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52). На сабле № 25 из большетиганской коллекции сохранилась хорошо оформленная ковкой гарда.

Перекрестия сабель также разнотипные. Они подразделяются на такие группы: 1) ладьевидные с ромбическим расширением в середине (№ 29, Новинковский мог-к, рис. 46), 2) ладьевидные с ромбическим расширением в середине и шишечкообразными концами (№ 35, Б.Тарханский мог-к, рис. 54; № 21, Б.Тиганский мог-к, рис. 52), 3) челночные без боковых выступов (№ 45, Новинковский мог-к, рис. 46). На сабле № 22 из большетиганской коллекции перекрестие с шишечкообразным концом сохранилось только в нижней половине. А на сабле № 23 из этой же коллекции перекрестие имеет индивидуальную Т-образную форму (рис. 52). На саблях № 1 из могильника у 116 км, (рис. 53), а также саблях №№ 24, 25 из большетиганской коллекции (рис. 52) перекрестия не сохранились.

Металлографическим анализом выявлено 5 технологических схем изготовления сабель: 1) ковка из неравномерно науглероженной сырцової стали (2 экз.), 2) ковка из цельносталльных заготовок (4 экз.), 3) ковка из железных заготовок с последующей цементацией рабочей грани (1 экз.). 4) ковка из заготовки пакетного металла (1 экз.). 5) наварка стальной полосы (1 экз.), (табл. 1).

Из неравномерно науглероженной сырцової стали были откованы сабли № 45 из Новинковского могильника и № 21 из Б.Тиганского могильника. Микротвердость ферритовых структур на этих саблях колеблется пределах 143–181 кг/мм², а феррито-перлитовых – в пределах 181–274 кг/мм².

Заготовка для сабли № 21 из большетарханской коллекции формовалась с помощью кузнечной сварки, но о применении пакетной технологии в данном случае говорить не приходится.

Из цельносталльных высокоуглеродистых заготовок были откованы сабли №№ 22, 23, 24, 25 из большетиганской коллекции (рис. 52). При этом заготовки сабель №№ 22 и 23 были сформованы из нескольких полос однородного металла, что позволяет рассматривать технологическую схему этих сабель как вариант пакетной технологии. Но так как для их пакетования были использованы полосы однородной высокоуглеродистой стали, то мы относим эти изделия к группе цельносталльных. Пакетная технология в данном случае является только способом получения цельносталльного изделия.

Технология цементации выявлена на сабле № 29 из новинковской коллекции (рис. 46). Ее заготовка была откована из кричного железа, а затем подвергнута локальной цементации, в результате чего произошло науглероживание режущей грани и одной из сторон лезвия сабли.

Из заготовки пакетного металла была откована сабля № 35 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54). Пакетный блок заготовки был сварен из стальных и железных полос, но при этом в центральной части клинка была помещена широкая высокоуглеродистая стальная полоса, в свою очередь, состоящая из двух отдельных пластинок. По своей идее данная технологическая схема близка к технологии трехслойного пакета. Возможно, кузнец при отсутствии достаточно массивной заготовки был вынужден прибегнуть к пакетованию более мелких стальных и железных полос металла.

Технологическая схема наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из неравномерно науглероженной стали прослежена на сабле № 1 из могильника у 116 км (рис. 53). Термообработку прошли 7 сабель из 9 исследованных микроструктурно: № 29 из новинковской коллекции, № 35 из Больше-Тарханского могильника, № 1 из могильника у 116 км, №№ 22, 23, 24, 25 из большетиганской коллекции.

Сабли преимущественно подвергались резкой закалке. Мягкая закалка наблюдается только на шлифе с сабли № 23 из большетиганской коллекции. Микротвердость мартенситовых структур на шлифах с сабель варьирует в пределах от 514 до 1850 кг/мм². Наивысшая микротвердость – до 1850 кг/мм² отмечена на шлифе с сабли № 24 из большетарханской коллекции. Мягкая закалка зафиксирована на сабле № 23, о чем свидетельствует сорбитовая структура на шлифе с этой сабли. Ее микротвердость составляет 322–383 кг/мм².

Операция кузнечной сварки при изготовлении сабель была выполнена качественно. Особенно выделяется в этом отношении сабля № 35 из Больше-Тарханского могильника.

Небольшое количество исследованных металлографически сабель из памятников ранней Волжской Булгарии затрудняет делать выводы об особенностях их изготовления в различных этнокультурных группах на протяжении раннебулгарского периода. Отметим только, что в коллекции из Новинковского могильника присутствуют две технологические схемы изготовления сабель: из мягкой сырцово-неравномерно науглероженной стали и цементация лезвия. В коллекции из Больше-Тарханского могильника выявлена технологическая схемаковки из пакетной заготовки. В могильнике у 116 км встречена технологическая схема наварки стальной пластины.

ПЕРЕКРЕСТИЯ САБЕЛЬ. Металлографически установлено, что перекрестие от сабли из Новинковского могильника (рис. 46, № 33) было отковано из кричного железа. При этом была применена операция кузнечной сварки однородного металла.

КОЛЧАННЫЕ КРЮЧКИ. Микроструктурно исследованы четыре колчаных крючка (табл. 1). Из них три происходят из Новинковского могильника и один из Больше-Тарханского могильника. В зависимости от способа крепления ремешка колчаные крючки делятся на два типа:

Тип 1 – крючки с петлей для пропуска ремешка. К данному типу относится крючок № 27 из новинковской коллекции (рис. 46) и крючок № 21 Б.Тарханского могильника (рис. 54).

Тип 2 – крючки, у которых ремешок приклепывался к раскованной пластине. К этому типу отнесены крючки №№ 16 и 25 из новинковской коллекции (рис. 46).

По результатам металлографического анализа колчаные крючки были изготовлены из обычного кричного железа (№ 21, Б.Тарханский мог-к, рис. 54), из мягкой сырцовой стали (№№ 25, 27, Новинковский мог-к, рис. 46) и из цельносталевых заготовок (№ 16, Новинковский мог-к, рис. 46). Микротвердость ферритовой структуры на шлифах с колчаных крючков составляет 170–181 кг/мм², а микротвердость феррито-перлита на шлифах с крючков из новинковской коллекции – 206–236 кг/мм².

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ КОНСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ

Микроструктурно исследованы 11 стремян, 19 удил, 3 кольца от удил, 1 скоба от удил и две пряжки от конской сбруи (табл. 1).

СТРЕМЕНА. По классификации Г.А. Федорова-Давыдова и А.Н. Кирпичникова, исследованные стремяна относятся к двум типам [Федоров-Давыдов Г.А., 1966. С. 11; Кирпичников А.Н., 1973. С. 43].

Первый тип представлен стременами с восьмеркообразной петлей и округлым корпусом. В VII–IX вв. стремена этого типа были широко распространены в степной зоне Евразии, в том числе в салтово-маяцких древностях [Плетнева С.А., 1964. Рис. 46: 5]. К данному типу относятся стремена №№ 6 и 7 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54). Подтипом этого типа являются стремена №№ 4 и 5 из новинковской коллекции (рис. 47), корпус у которых уплощенный и подножка вогнута вовнутрь.

Второй тип составляют арочные стремена с хорошо выделенным прямоугольным ушком и шейкой. Стремена этого типа были характерны для памятников салтово-маяцкой культуры [Плетнева С.А., 1964. Рис. 46: 8]. К данному типу относятся три экземпляра стремя из новинковской коллекции: №№ 14, 15 и 39 (рис. 47), №№ 4, 5 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54) и №№ 13, 14 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52). Среди стремян второго типа можно выделить три подтипа: а) с прямой плоской подножкой – №№ 14, 15, 39 из новинковской коллекции, б) с прямой плоской подножкой и одним ребром жесткости – № 5 из Больше-Тарханского могильника, в) со слегка выгнутой наружу подножкой и тремя ребрами жесткости – № 4 из Больше-Тарханского могильника и № 14 из Больше-Тиганского могильника.

Микроструктурным анализом выявлено, что стремена ковались из различных заготовок, но большинство (9 экз. из 11) было изготовлено из кричного железа и неравномерно науглероженной стали. К этой технологической группе относятся все 5 стремян из новинковской коллекции (рис. 47), трое стремян из Больше-Тарханского могильника (№№ 5, 6, 7, рис. 54) и одно стремя из Больше-Тиганского могильника (№ 14, рис. 52).

Из цельносталевой заготовки было отковано стремя № 4 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54). Из пакетной заготовки было отковано стремя № 13 из Больше-Тиганского могильника (рис. 54). Заготовка для него была сварена из полос кричного железа и неравномерно науглероженной стали. Качество выполнения кузнечной сварки при изготовлении стремени было невысоким.

УДИЛА. Все 19 исследованных удил из памятников ранней Волжской Булгарии относятся к группе двусоставных. Они различаются между собой завершением мундштуков и псалиями. По особенностям расположения колец на конце мундштука выделяются два типа удил.

Удила первого типа завершаются на конце одним кольцом, которое лежит в одной плоскости с кольцом на другом конце мундштука. К этому типу относятся удила №№ 37, 42, 43 из Новинковского могильника (рис. 47), удила № 3 из большетарханской коллекции (рис. 54), №№ 4, 15, 16 из Больше-Тиганского могильника (рис. 52), а также восемь удил из Танкеевского могильника (рис. 51).

Удила второго типа имеют более сложный мундштук – с одним кольцом на внутреннем кольце и с двумя кольцами, расположенными в перпендикулярных плоскостях на внешнем кольце. К этому типу относятся удила №№ 1, 2 из Новинковского могильника (рис. 47) и № 3 из Больше-Тарханского могильника (рис. 54). Псалии на удилах были либо костяными, либо железными. Возможно также, что существовали деревянные псалии, которые в погребениях не сохранились. Костяные псалии S-овидной формы имеются на удилах из танкеевской коллекции (рис. 51, №№ 23, 24). Железные псалии были либо прямые (№ 3, большетарханская коллекция, рис. 54, либо S-овидной формы с загнутыми в разные стороны концами (№ 1 из Б.Тарханского мог-ка, рис. 54, № 4 из Б.Тиганского мог-ка, рис. 52).

Металлографический анализ показал, что большинство удил из памятников ранней Волжской Булгарии ковалось из заготовок кричного железа и сырцово-неравномерно науглероженной стали (12 экз. из 19: №№ 1, 2, 37, Новинковский мог-к; №№ 1, 2, Б.Тарханский мог-к; №№ 4, 15, Б.Тиганский мог-к; №№ 17, 18, 21, 23, 32, Танкеевский мог-к).

Технология цементации отмечена на четырех экземплярах удил: № 42, 43 (Новинковский мог-к, рис. 47) и №№ 22, 24 (Танкеевский мог-к, рис. 51). Микротвердость ферритовой структуры на шлифах с этих удил составляет 170 кг/мм², а феррито-перлита – до 274 кг/мм².

Из цельносталевых заготовок были изготовлены два экземпляра удил: № 3 из большетарханской коллекции (рис. 54) и № 20 из Танкеевского могильника (рис. 51). Для поковки удил № 3 была отобрана стальная высокоуглеродистая заготовка, а для удил № 20 – низкоуглеродистая. Микротвердость феррито-перлитовой структуры на шлифах с этих удил колеблется в пределах 206–322 кг/мм².

Из пакетной заготовки были откованы удила № 16 из большетиганской коллекции (рис. 52). Микротвердость феррито-перлита здесь составляет 236–254 кг/мм². Для поволоков

удил использовался в основном слабо прокованный металл. Особенно это характерно для изделий из Танкеевского могильника, где из такого сырья было отковано 7 удил из исследованных микроструктурно.

Микротвердость ферритовых структур на шлифах с удил колеблется в пределах 135–236 кг/мм². Повышенная микротвердость феррита отмечена на шлифе с удил № 43 из новинковской коллекции – до 274 кг/мм². Микротвердость феррито-перлита составляет на шлифах 181–236 кг/мм². Но иногда отмечается повышенная микротвердость феррито-перлитовой структуры – от 254 до 322 кг/мм² (на изделиях из новинковской коллекции). Качество выполнения операции кузнечной сварки в основном было хорошим.

КОЛЬЦА И СКОБЫ. Три кольца и одна скоба от удил были откованы из кричного железа и неравномерно науглероженной стали – № 31, 38 (новинковская коллекция, рис.: 46; 47), № 5 (Б.Тиганский мог-к, рис. 52) и № 6 (мог-к у 116 км, рис. 53).

* * * * *

Подведем итоги исследования технологических особенностей изготовления кузнечной продукции из памятников ранней Волжской Булгарии. Результаты микроструктурного анализа изделий из черного металла по отдельным археологическим комплексам и в целом по памятникам раннебулгарского периода в Среднем Поволжье обобщены в таблицах №№ 2-8. Итоговые результаты микроструктурного исследования по всему раннебулгарскому периоду подведены в таблице № 2.

Вначале рассмотрим особенности технологии кузнечной продукции по отдельным памятниками и по этнокультурным группам памятников. Для Новинковского могильника, предшествующего, по мнению Е.П. Казакова, появлению в Среднем Поволжье основной группы болгар [Казаков Е.П., 1992. С. 33], ведущими технологическими схемами изготовления качественной продукции быликовка из цельносталейных и пакетованных заготовок (табл. 3). Чаще применяласьковка из цельносталейных заготовок (17%). Режековались изделия из пакетного металла (14,91%). Реже в новинковской коллекции отмечено применение цементации – 10,6% иковки из двухполосной заготовки – 4,34%. Суммарно доля термообработанных изделий в новинковской коллекции составляет 17%, но среди качественных изделий термически обработано более половины.

Для Больше-Тарханского могильника ведущей технологической схемой являетсяковка из заготовки пакетного металла, составляющая 22,85% (табл. 7). Второе место среди технологических схем специального назначения занимаетковка из цельносталейных заготовок, составляющая в коллекции 20%. В материалах Больше-Тарханского могильника отмечены также и технологические схемы с различными вариантами вварки и наварки стальных пластин на основу изделия, откованную либо из кричного железа, либо из пакетного металла. Изделия с такими технологическими схемами в коллекции составили 20%. Среди них вварка составила 8,57%, а трехслойный пакет, боковая наварка, V-образная наварка, торцовая наварка, отмеченные в единичных случаях, составили по 2,9%. Особенностью технологического арсенала больше-тарханской коллекции является отсутствие технологии локальной цементации, в то время как этот прием, вероятно, был известен кузнецам больше-тарханской группировки. С его помощью получали цельносталейные насквозь процемментированные заготовки.

В больше-тарханской коллекции термически обработано 37,1% изделий. Термообработка отмечена на качественной продукции.

Коллекция из Абрамовского поселения, представленная всего двумя предметами (1 нож и 1 пряжка) по технологическим особенностямковки ножа салтовского типа сходна с больше-тарханской. Нож из абрамовской коллекции был изготовлен вваркой стальной высокоуглеродистой лезы в стальную основу с последующей резкой закалкой. Отметим, что по керамическому материалу абрамовская коллекция также близка к Больше-Тарханскому могильнику.

Отмеченные выше особенности кузнечной продукции из Больше-Тарханского могильника и Абрамовского поселения характеризуют железообработку группы болгарского населения ранней Волжской Булгарии на первом этапе раннебулгарского периода – во второй половине VIII – первой половине IX вв., по Е.П. Казакову.

Для кузнечной коллекции позднекушнаренковского Больше-Тиганского могильника были характерны следующие технологические особенности (табл. 5). Более половины изделий было отковано из слабо прокованного металла. 33,3% поковок изготовлено из обычного кричного железа и неравномерно науглероженной сырцово-й стали. При этом в такой простой

технологии оказались откованы и несколько предметов с повышенными эксплуатационными требованиями (1 нож и 1 сабля). Ведущей технологической схемой у мастеров большетиганской племенной группировки былаковка из цельносталей специально приготовленных, вероятно, цементацией заготовок. Эта технологическая схема отмечена на 40,7% изделий. Большетиганские кузнецы применяли также технологию пакетования, которая отмечена на 14,81% изделий. Но при этом пакетный металл в основном использовался не целенаправленно, а как способ утилизации металла. Среди качественных изделий пакетный металл выявлен только на одном ноже. Среди других технологических схем в большетиганской коллекции отмеченаковка из двухполосной заготовки (7,4%) и цементация поверхности (3,7%).

Термообработанных изделий в большетиганской коллекции отмечено 29,6%, но доля таких изделий среди качественной продукции выше. Закалку прошли из числа исследованных микроструктурно три ножа из пяти и четыре сабли из пяти. Обращает на себя внимание высокое качество операции кузнечной сварки в большетиганской коллекции.

Небольшая коллекция кузнечных изделий из могильника у 116-го км дополняет сведения об особенностях железообработки у южноуральской угорской племенной группировки, обитавшей в раннебулгарский период в Среднем Поволжье. В данной коллекции на четырех изделиях отмечены три технологические схемы. Отметим, что в материалах этого памятника отмечены технологические схемы, выявленные на кузнечной продукции Больше-Тарханского и Больше-Тиганского могильников. Дважды была встречена технологическая схема пакетного металла (на наконечниках стрел) и один раз отмечена наварка стальной полосы на основу из неравномерно науглероженной стали (на сабле). Для поковки кольца от конской упряжи было использовано обычное кричное железо.

Для кузнечной коллекции Танкеевского могильника были характерны следующие технологические особенности. Исходное сырье в основном отличается сильной засоренностью шлаковыми включениями. Дляковки изделий, к которым не предъявлялись повышенные эксплуатационные требования, в основном применялось кричное железо и неравномерно науглероженная сталь. Однако доля таких изделий невелика, всего 19,6%. Более 80% поволовок было изготовлено со стремлением улучшить их эксплуатационные характеристики за счет применения более рациональных технологий.

Ведущими технологическими схемами в танкеевской коллекции являютсяковка из цельносталей заготовки (26,2%), цементация поверхности изделия (19,7%). Ковка из пакетных заготовок в танкеевской коллекции составила 11,5%. При этом перечисленные технологические приемы применялись преимущественно для изготовления качественной продукции – топоров, ножей, мотыжек.

В танкеевской коллекции кузнечных изделий присутствуют технологические схемы с различными вариантами конструктивной сварки и наварки стальных пластин: сварка, трехслойный пакет, V-образная наварка, двухполосная сварка. Суммарно доля таких изделий в коллекции составила 21,3%. Сварка стальной лезы составляет 3,27%, технологическая схема трехслойного пакета составила 4,9%, V-образная наварка иковка из двухполосной железо-сталей заготовки – по 4,91%. Следует отметить, что железо-стальные сварные конструкции в основном отмечены на предметах качественного назначения – топорах, ножах, мотыжках. Но пакетование трехслойных заготовок встречено и на простых изделиях. Суммарно доля термообработанной продукции в танкеевской коллекции составляет 50,81%, но среди качественных изделий процент термообработанных намного выше – 70,27%. Отличительной особенностью танкеевской коллекции является довольно значительная доля изделий с цементацией – 19,67%. Термообработка в танкеевской коллекции составила 42,6%.

А теперь подведем основные итоги металлографического анализа кузнечных изделий из памятников ранней Волжской Булгарии, суммированные в таблицах 2 и 8.

Подсчет показывает, что основным поделочным материалом для кузнецов групп населения, оставившего памятники ранней Волжской Булгарии, служило кричное железо и сырцовая неравномерно науглероженная сталь. Среди 175 исследованных металлографически кузнечных изделий раннебулгарского периода таких предметов отмечено 35,4% (62 предмета). Среди технологических схем, направленных на улучшения эксплуатационных качеств изделий чаще всего в исследованных коллекциях применяласьковка из цельносталей заготовок (41 предмет, 23,4%).

Технологическая схема пакетного металла выявлена на 33 изделиях (8,85%). 17 предметов было изготовлено в технологии цементации (9,7%).

Технологические схемы с различными вариантами сварки и наварки стальных пластин суммарно среди исследованных предметов составили 12,57%. Среди таких технологических схем чаще применялись сварка стальной лезы и двухполосная сварка, которые составили по 3,4% (по 6 изделий). И технологическая схема V-образной наварки стальной лезы встречена на четырех изделиях (2,3%), а трехслойный пакет отмечен на трех предметах (1,7%).

На двух изделиях встречена технологическая схема боковой наварки (1,1%). Реже всего в раннеболгарский период применялась технологическая схема торцовой наварки стальной пластины, которая отмечена всего на одном изделии (0,6%). Термообработка была суммарно выявлена на 67 предметах раннеболгарского периода (38,3%). Доля термообработанных предметов, откованных с применением стали, выше и составляет 65,1% (114 предметов). Еще выше процент термообработки среди качественных изделий – 74,35% (58 из 78). Кузнечная сварка на изделиях из черного металла раннеболгарского периода была выполнена в основном качественно.

Результаты исследования технологии кузнечного инвентаря, как по отдельным комплексам, так и по всему раннеболгарскому периоду, свидетельствуют о том, что в железообработке населения ранней Волжской Булгарии существовало много общего. Это единство прослеживается по преимущественному применению цельностальных и пакетованных заготовок. Технологическое единство в кузнечном инвентаре из памятников ранней Волжской Булгарии подкрепляется и типологическим тождеством многих категорий кузнечной продукции из различных комплексов.

Однако в археологических коллекциях из различных групп памятников наблюдаются и некоторые особенности, которые проявлялись в применении технологий, связанных со сваркой, сваркой и наваркой стали. По этим показателям наблюдается определенная близость между кузнечной продукцией из Больше-Тарханского, Танкеевского могильников и Абрамовского поселения. С другой стороны, заметна определенная близость в технологическом отношении между коллекциями Новинковского и Больше-Тиганского могильников, в которых не отмечено применение железо-стальных конструкций с сваркой и наваркой, но присутствуют изделия из двухполосных заготовок. В этом отношении заслуживает внимания антропологическое сходство, выявленное И.Р. Газимзяновым в материалах Новинковского и Больше-Тиганского могильника [Газимзянов, 1995. С. 99].

СРАВНИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ РАННЕЙ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ С МАТЕРИАЛАМИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ СОПРЕДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР

После рассмотрения технологических особенностей кузнечной продукции из памятников ранней Волжской Булгарии целесообразно провести сравнительно-технологический анализ кузнечного производства раннеболгарского периода с обработкой железа у соседних народов. Сначала посмотрим, имеется ли сходство между железообработкой населения именьковской культуры и ранней Волжской Булгарии. Выше мы уже отмечали, что хотя, по мнению некоторых исследователей [Казаков Е.П., 1992. С. 231], население именьковской культуры покинуло территорию Среднего Поволжья еще до прихода сюда болгарских племенных группировок, однако, по данным полевых исследований автора в Ульяновском Поволжье, какая-то часть именьковского населения осталась и вступила в контакт с булгарами. Это прослежено на материалах исследования городища «Чертов городок» в Старомайском районе Ульяновской области [Семыкин Ю.А., 1996. С. 67]. Такое обстоятельство заставляет нас провести сравнение технологических особенностей железообработки именьковской культуры и населения ранней Волжской Булгарии.

Для сравнения привлечены результаты металлографического исследования именьковского черного металла, проведенного Л.С. Хомутовой и П.Н. Старостиным [Старостин П.Н., Хомутова Л.С., 1981]. В коллекциях из памятников именьковской культуры суммарно из кричного железа и сырцово-неравномерно науглероженной стали было отковано 52,9% изделий, а в коллекциях из памятников ранней Волжской Булгарии – 35,4%. Следует отметить, что

у кузнецов именьковской культуры и ранней Волжской Булгарии ведущим технологическим приемом былаковка изделий из специально приготовленной, предположительно способом сквозной цементации, стали. В именьковских коллекциях цельносталевых изделий 31,4%, а в коллекциях ранней Волжской Булгарии – 23,42 %. Именьковские и раннебулгарские кузнецы были знакомы с технологией трехслойного пакета. Изделия с такой технологической схемой составили в именьковских коллекциях 5,9%, а на изделиях ранней Волжской Булгарии трехслойный пакет отмечен на 3,4% продукции.

На именьковской кузнечной продукции и на изделиях из памятников ранней Волжской Булгарии встречаются технологические схемы боковой и торцевой наварки. На именьковских изделиях эти технологические схемы составили 5,7%, а в коллекциях ранней Волжской Булгарии косая боковая наварка отмечена на 1,14%, и торцевая наварка – на 0,57%. В обеих сравниваемых группах активно применялась термообработка стальных изделий. Отмечено 90% термообработанных изделий в именьковских коллекциях и 74% качественных изделий в коллекциях ранней Волжской Булгарии.

Однако заметны и существенные различия между набором технологических схем в сравниваемых группах. У кузнецов ранней Волжской Булгарии арсенал технологических приемов был более разнообразен за счет применения различных технологических схем, улучшающих эксплуатационные характеристики изделий. Это заметно на примере более активного использования болгарскими кузнецами технологических схем, связанных с варкой и наваркой стали. На именьковской кузнечной продукции не отмечено применение технологии цементации готовых изделий, в то время как на изделиях ранней Волжской Булгарии цементация составила 9,7%. Именьковские кузнецы не применяли технологиюковки изделий из заготовок пакетного металла, а на изделиях ранней Волжской Булгарии изделия с этой технологической схемой составляют 18,9%. Не применялась именьковскими кузнецами и технологическая схема V-образной наварки, встречающаяся на изделиях раннебулгарских коллекций. К этому следует добавить, что между именьковским и раннебулгарским кузнечным инвентарем не наблюдается типологического сходства.

В результате сравнительно-технологического анализа железообработки населения именьковской культуры и ранней Волжской Булгарии можно сделать вывод, что между сравниваемыми группами отсутствуют такие сходные черты, которые бы указывали на возможность технико-технологического заимствования кузнецами Волжской Булгарии технических достижений в этой отрасли производства у именьковского населения. Хотя в конструкциях сыродутных металлургических горнов некоторое сходство наблюдается.

Вероятно, если какая-то часть именьковского населения и вступила на территории Среднего Поволжья в контакт с племенными группами ранней Волжской Булгарии, то, очевидно, в силу локальной ограниченности этих контактов взаимовлияния между кузнечным производством населения именьковской культуры и ранней Волжской Булгарии не произошло.

Кроме населения именьковской культуры часть территории Среднего Поволжья занимали мордовские племена, находившиеся в VIII – в начале X вв. в сфере влияния Хазарского каганата. В материалах раннебулгарских памятников отмечаются некоторые следы контактов с финноязычным населением Среднего Поволжья. В.Ф. Генинг и А.Х. Халиков считали, что появление вещей салтовского типа в древнемордовских памятниках было результатом контактов между ранними булгарами Среднего Поволжья и древнемордовскими племенами, а не с северокавказским населением Хазарского каганата [Генинг В.Ф., Халиков А.Х., 1964. С. 159].

Археологическими исследованиями установлено, что древнемордовские племена обладали своей собственной железометаллургической базой. Остатки металлургии железа обнаружены на селище Новый Усад. У мордовского населения наземный тип горнов появился в X в. [Вихляев В.И., 1983]. Металлографическое исследование кузнечной продукции из древнемордовских памятников, проведенное Л.С. Хомутовой, показало, что до середины VII в. у древнемордовских кузнецов основным поделочным материалом служило кричное железо и малоуглеродистая сталь [Старостин П.Н., Хомутова Л.С., 1981. С. 216]. Очень редко применялась среднеуглеродистая и высокоуглеродистая сталь и ее термообработка. Изредка мордовские кузнецы использовали технологию пакетования. В целом уровень мастерства древнемордовских кузнецов был невысоким. В IX–X вв. в технологии кузнечного производства этого населения заметного прогресса не наблюдается. Вполне очевидно, что уровень развития железообработки у населения ранней Волжской Булгарии был намного выше, чем у древне-

мордовских племен Среднего Поволжья. Признаков технико-технологического взаимовлияния между кузнечными производствами обеих сравниваемых групп не отмечается.

Наибольший интерес представляет сравнение железообработки ранней Волжской Булгарии и Хазарского каганата. Это имеет особое значение, так как болгаро-салтовский компонент играл важную роль в формировании этноса населения Волжской Булгарии. Ряд раннебулгарских памятников Среднего Поволжья генетически связан с территорией Хазарского каганата [Генинг В.Ф., Халиков А.Х., 1964. С. 14].

М.М. Толмачева на основании сопоставления технологических особенностей изготовления кузнечной продукции в степном и лесостепном регионах Хазарского каганата пришла к выводу, что, несмотря на ряд существенных отличий, заключающихся, в первую очередь, в преимущественном использовании в лесостепном регионе пакетных, а в степном – цельно-стальных заготовок, между ними существовало много общего [Толмачева М.М., 1990. С. 16]. Отмеченная количественная разница в применении технологических схем, улучшающих эксплуатационные качества изделий – цементация, двухполосная и трехполосная сварка, вварка, наварка, термообработка, находит объяснение в неравномерности исследованных категорий инвентаря. К тому же отмечается практически полное типологическое тождество категорий кузнечной продукции в обоих регионах Хазарии. На этом основании М.М. Толмачева пришла к выводу о том, что в Донецко-Донском междуречье Хазарии во второй половине VIII–X вв. существовал единый (салтово-маяцкий) очаг металлообработки [Толмачева М.М., 1990. С. 16].

Сравнительно-сопоставительный анализ технологических особенностей коллекций памятников ранней Волжской Булгарии также свидетельствует о наличии значительного технико-технологического единства в железообработке этой группы памятников. Это обстоятельство дает нам основание провести сопоставление в целом между кузнечным производством ранней Волжской Булгарии и Хазарского каганата. Хронологическая одновременность (в рамках VIII – первой половины X вв.) существования исследованных М.М. Толмачевой кузнечных комплексов Хазарского каганата и проанализированных коллекций кузнечной продукции ранней Волжской Булгарии делают такое сопоставление, наш взгляд, достаточно корректным.

Сравнение показывает, что в целом между железообработкой ранней Волжской Булгарии и Хазарского каганата действительно существовало много общих черт. В Хазарии и в ранней Волжской Булгарии основным подделочным материалом служило кричное железо и неравномерно науглероженная сталь. Однако качество первичной проковки кузнечного сырья в степном и в лесостепном регионах Хазарского каганата было различным: в лесостепном регионе металл в основном чист в отношении шлаковых включений, в то время как в степном регионе применялся металл с минимальной проковкой [Толмачева, 1990, с. 9, 14]. Отметим, что для основной массы кузнечной продукции ранней Волжской Булгарии также была характерна значительная засоренность металла шлаковыми включениями.

Поэтому ограничимся констатацией основного факта значительного сходства железообработки ранней Волжской Булгарии и салтово-маяцкой культуры в целом. Такое сходство объясняется общими генетическими корнями населения раннеболгарского периода в Среднем Поволжье и территории Хазарского каганата. Можно даже предположить, что какая-то часть кузнечных коллекций из памятников ранней Волжской Булгарии (Новинковского, Больше-Тарханского могильников, Абрамовского поселения, часть коллекции из Танкеевского могильника) были произведены кузнецами салтово-маяцкого очага железообработки и оказались в Среднем Поволжье вместе с переселявшимся сюда болгарским населением. Но другая часть кузнечных изделий могла быть произведена на месте кузнецами болгарских группировок, применявшими традиционные для салтовской железообработки технологические приемы. Участие в этногенезе населения Волжской Булгарии прикамско-приуральского населения ломоватовской, полемской, чепецкой и сылвенской культур прослеживается по археологическим материалам. Железообработка прикамских финнов, металлографически исследованная В.И. Завьяловым [Завьялов В.И., 1990], относится в основном к X–XIV вв., поэтому может быть привлечена для сравнения с обработкой железа Волжской Булгарии домонгольского периода.

ГЛАВА ПЯТАЯ

**КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ
В ДОМОНГОЛЬСКИЙ ПЕРИОД**

В конце IX – начале X вв. в Среднем Поволжье сформировалось раннефеодальное государство Волжская Булгария [История татар, 2006. С. 124 и сл.]. В состав его населения вошли не только тюркоязычные болгарские племена, но и группы финно-угорского и угорского населения Прикамья и Приуралья, проникновение которых в данный регион началось еще в раннебулгарское время [Генинг В.Ф., Халиков А.Х., 1964. С. 86-87].

В связи с возникновением государства у волжских болгар в их хозяйственной и экономической жизни возрастает роль и значение металлургии и обработки железа. Без изделий из черного металла не могла обойтись ни одна из отраслей хозяйственной деятельности, будь то сельское хозяйство, строительное дело, различные отрасли ремесленного производства, торговля и военное дело. Без высокоразвитой металлургии и обработки железа невозможно было бы достичь того высокого уровня развития экономики и культуры, которое было характерно для Волжской Булгарии домонгольского периода. Для исследования технологии кузнечного производства Волжской Булгарии домонгольского периода мы привлекаем, в первую очередь, результаты металлографических анализов кузнечной продукции с пяти памятников сельского типа низовий Камы, а также трех крупных городов: периферийного города – Муромского городка, расположенного на южной окраине Волжской Булгарии, на Самарской Луке, а также столичных городов – Болгара и Биляра.

Коллекция кузнечных изделий волжских болгар домонгольского периода, прошедшая металлографический анализ, составляет 358 экземпляров (табл. 9).

1. КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ПАМЯТНИКАХ СЕЛЬСКОГО ТИПА

Следы остатков черной металлургии, сохранившиеся на многих памятниках Волжской Булгарии домонгольского времени, свидетельствуют о том, что получением железа из руд здесь занимались не только ремесленники крупных городских центров, таких как Болгар, Биляр, Муромский городок, но и мастера сельских поселений. Многочисленные остатки железоделательного производства встречаются на домонгольских селищах низовий Камы, Майны и в других местах. На производстве железа, по данным Е.П. Казакова, специализировалось население Старокуйбышевского IV селища [Казаков Е.П., 1991. С. 43].

Металлургические горны домонгольского времени были исследованы в 1967–1968 годах Чувашской археологической экспедицией на селище Челкасы в Чувашском Поволжье [Каховский В.Ф., Смирнов А.П., 1972. С. 135-136]. Два исследованных горна имели ямную конструкцию. Их описание приведено нами выше в главе III, посвященной металлургическому производству.

Точных данных, на основании которых мы могли бы составить себе представление об особенностях черной металлообработки на сельских памятниках волжских болгар, в нашем распоряжении нет. Изделия кузнечного производства, в большом количестве встречающиеся на поселениях, могут быть как продукцией местных мастеров, так и привозными изделиями из городских центров. Тем не менее, нам представляется целесообразным рассмотреть отдельно результаты металлографических анализов кузнечной продукции, происходящей с сельских памятников домонгольской Волжской Булгарии.

Для металлографического исследования была отобрана серия изделий из черного металла в количестве 61 предмета, полученного в результате сборов подъемного материала в зоне затопления Куйбышевского водохранилища в Татарстане (рис. 57–58). По категориям инвентаря исследованная коллекция распадается на следующие группы: 1) ножи хозяйственные и специального назначения (31 экз.); 2) хозяйственный инвентарь (1 рыболовный крючок, 1 гвоздь, 1 ведерная петля, 2 ключа от цилиндрических замков, 3 пружинных узла от замков, 2 детали от замков, 1 железная скоба, 1 пряжка, 1 крючок для подвешивания мяса, 1 гирька от весов, 1 ножницы, 1 пробойник и 1 звено от цепи); 3) ремесленный инструментарий (1 кузнечно-сле-

сарный пробойник, 1 пуансон, 1 скобель, 1 тесло, 1 надфиль, 1 фрагмент от топора); 4) конское снаряжение (2 экземпляра конских удил); 5) предметы вооружения (4 наконечника стрел, 1 наконечник копья) (табл. 2).

За основу типологии кузнечных изделий с болгарских памятников мы взяли схемы, предложенные в коллективной монографии «Культура Биляра» и в монографии Е.П. Казакова [Культура Биляра, 1985; Казаков Е.П., 1991].

В результате микроструктурных анализов в пределах исследованной коллекции было выявлено 9 технологических схем, применявшихся кузнецами для поковок: 1, 2) изделия из кричного железа и неравномерно науглероженной сырцово-стали, 3) цементованные изделия, 4) цельносталевые изделия, 5) пакетный металл, 6) трехслойный пакет, 7) вварка стальной лезы в железную основу, 8) боковая наварка стальной пластинки на железную основу, 9) V-образная наварка стальной пластины на железную основу (табл. 10).

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ, ДЕРЕВООБДЕЛОЧНОГО, КУЗНЕЧНО-СЛЕСАРНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ, ПРЕДМЕТОВ БЫТА, ОРУДИЙ ПРОМЫСЛОВ, ПРЕДМЕТОВ КОНСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ

НОЖИ на поселениях волжских болгар – одна из наиболее распространенных категорий находок (рис. 56). Е.П. Казаков ножи с домонгольских поселений делит на большие группы, определяемые формой перехода от черешка к лезвию: 1) с четким прямоугольным с обеих сторон переходом, 2) с пологим с обеих сторон переходом от черешка к клинку [Казаков Е.П., 1991. С. 76]. Кроме этого Е.П. Казаков выделяет и промежуточные переходные группы, которые отличаются резким переходом со стороны спинки и пологим со стороны лезвийной части клинка. Среди ножей первой группы выделяется подгруппа с пластинчатым перекрестием при переходе от рукояти к клинку. На некоторых экземплярах встречается узкая железная обойма, приваренная на переднюю часть рукояти.

Металлографический анализ 31 экземпляра ножей позволил выявить 8 технологических схем их изготовления. Из обыкновенного кричного железа были откованы 6 ножей: анализы № 8, 11, 17 (Мурзихинское селище), ан. № 28 (Старокуйбышевское селище), ан. №№ 45, 46 (Семеновское I селище, рис. 56). Три ножа были откованы из мягкой сырцово-стали – ан. №№ 20 и 21 (Мурзихинское селище) и ан. № 6 (V Измерское селище) (рис. 56). Суммарно от общего количества исследованных ножей эти две наиболее простые технологические схемы составляют 29,0%.

Технология цементации была выявлена на 7 экземплярах ножей: ан. №№ 9, 12, 13, 15, 16, 18 (Мурзихинское селище), ан. № 40 (I Семеновское селище), (рис. 57). Из них ножи №№ 9, 12, 15 и 18 сохранили на себе следы термообработки. Ножи №№ 9 и 12 подверглись мягкой закалке, остальные – резкой. Всего в коллекции оказалось 22,5% процементованных ножей.

Из цельносталевых заготовок был изготовлен один нож – ан. № 19 (Мурзихинское селище). Этот нож закалке не подвергался. Цельносталевые ножи составили в коллекции 3,2%. Технологическая схема пакетного металла была выявлена на одном ноже – ан. № 34 (Измерское V селище). Этот нож прошел термообработку – резкую закалку. Микротвердость мартенситовой микроструктуры составляет 946 кг/мм².

Технология пакетного металла также составила в коллекции 3,2%. Технологическая схема трехслойного пакета была выявлена на трех ножах – ан. № 33 (Измерское V селище) и ан. №№ 10 и 14 (Мурзихинское селище). Все три ножа прошли термообработку. Ножи №№ 10 и 14 были подвергнуты резкой закалке, а нож № 33 – мягкой закалке. Микротвердость мартенситовой микроструктуры на ножах №№ 10 и 14 составляет 464–642 кг/мм². Микротвердость сорбита на ноже № 33 колеблется в пределах 322–350 кг/мм².

Технологическая схема трехслойного пакета в исследованной коллекции ножей составляет 9,7%.

Технология вварки стальной лезы в железную основу ножа была обнаружена на пяти экземплярах ножей: ан. №№ 23, 26, 27 (Старокуйбышевское I селище) и ан. №№ 59, 60 (Старокуйбышевское IV селище). Все ножи этой технологической группы прошли термообработку. Ножи №№ 23, 26 и 27 прошли закалку с отпуском. Микротвердость мартенситовой структуры

на них составляет 254–420 кг/мм². Ножи №№ 59 и 60 были закалены в холодной воде. Микротвердость мартенсита на них составляет 322–724 кг/мм². Эта технологическая схема составляет в коллекции исследованных ножей 16,1%.

Технология боковой наварки была выявлена на четырех экземплярах ножей: ан. 24 (Старокуйбышевское I селище), ан. №№ 2 и 30 (Измерское V селище), ан. № 61 (Старокуйбышевское IV селище). Все четыре ножа с данной технологией прошли термическую обработку – резкую закалку. Особенно высокая микротвердость мартенсита была отмечена на ноже № 30 – 1290 кг/мм². Ножи с боковой наваркой составляют в коллекции 12,9%.

И на одном экземпляре ножа (ан. № 37, Измерское V селище) была выявлена технологическая схема наварки на железную основу стальной специально приготовленной пластинки в виде латинской буквы V. Этот нож прошел резкую закалку, отчего в стальной наварной пластинке образовалась мартенситовая структура с микротвердостью 724 кг/мм². Технологическая схема V-образной наварки составила в коллекции ножей 3,2%.

Доля термообработанных ножей составила 58,06%. Из кузнечно-слесарного инструментария металлографически были исследованы три предмета: пробойник – ан. № 1 (V Измерское селище), пуансон – ан. № 48 (Семеновское I селище) и инструмент типа надфиля – ан. № 49 (Семеновское I селище) (рис. 58).

ПРОБОЙНИКИ. При обработке черного и цветного металла для пробивания отверстий в металлических заготовках применялись пробойники – железные или стальные стержни с прямоугольным или округлым сечением, один конец которых заострен, а противоположный плоский конец был бойковым. Металлографический анализ пробойника № 1 (рис. 57) показал, что рабочая часть инструмента была изготовлена в технологии, близкой к схеме трехслойного пакета. В центре стержня на рабочий край была выведена стальная полоса, а по бокам были наварены железные полосы. Микротвердость стальной перлитовой структуры составляет 350 кг/мм². Предположительно, рабочий край этого инструмента был подвергнут мягкой закалке с отпуском.

ПУАНСОНЫ. Для выполнения чеканных работ по листовому металлу, в основном по цветному, предназначались пуансоны. Необходимой составной частью такого инструмента являлась матрица с набором полушаровидных углублений, которым соответствовали близкие по диаметру пуансоны. Одна такая матрица происходит из коллекции с Муромского городка [Васильев И.Б., Матвеева Г.И., 1986. С. 184].

Металлографически исследованный пуансон (ан. № 48, рис. 57) представляет собой стержень с утоньшенными и закругленными концами и уплощенной частью, занимающей большую часть нижней половины изделия. По данным микроструктурного анализа инструмент был откован с учетом условий его эксплуатации. Одна часть его, предположительно являвшаяся рабочей, была стальной (ан. № 48а). Микротвердость сорбитовой структуры здесь составляет 350 кг/мм. Противоположная сторона, служившая рукояткой, была цельножелезной. Микротвердость ферритовой структуры составляет 254 кг/мм².

НАДФИЛИ. Для опиловочных работ в процессе многих кузнечных и слесарных изделий необходимым инструментом являлись напильники и надфили. Один такой инструмент типа надфиля (№ 49, Семеновское I селище) был подвергнут металлографическому анализу. По своей форме он близок к современным надфилям (рис. 57). Анализ показал, что его рабочая часть была цельностальной. Инструмент прошел мягкую локальную закалку.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВООБДЕЛОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Из числа деревообделочных инструментов с памятников сельского типа металлографически были проанализированы: скобель – ан. № 52 (Семеновское I селище), тесло – ан. № 32 (Измерское V селище), и фрагмент топора – ан. № 54 (Семеновское I селище) (рис. 57).

ТЕСЛА. Тесло являлось вторым по значению после топора универсальным инструментом для обработки древесины. По типологической схеме, предложенной Р.Ф. Шарифуллиным при исследовании деревообделочных инструментов Биляра, тесло № 32 относится к разновидности втульчатых, к категории плосколезвийных и к отделу с плечиками [Культура Биляра, 1985. С. 39, табл. XI]. Это тесло имеет широкие аналогии в материалах, как с памятников Волжской Булгарии домонгольского времени, так и за ее пределами. По мнению С.А. Плетне-

вой, орудия такого типа у населения Хазарского каганата применялись и в качестве специфических мотыжек [Плетнева С.А., 1964. С. 146]. Микроструктурный анализ показал, что тесло № 32 было отковано в технологии боковой наварки стальной пластиночки на железную основу орудия. Микротвердость незакаленной феррито-перлитовой структуры в наваренной полоске составляет 193–221 кг/мм². Термообработке тесло не подверглось.

СКОБЕЛИ. Фрагмент скобеля (ан. № 52, Семеновское селище) представляет собой тонкую плоскую пластинку (рис. 57). По классификации Р.Ф. Шарифулина, скобель относится ко II типу – для обработки плоских материалов [Культура Биляра, 1985. С. 54]. Он имеет аналогии в материалах Биляра, Болгара и на многих древнерусских памятниках. Аналитически установлено, что скобель № 52 был изготовлен в технологической схеме сварки стальной лезы в основу из железа. Закалке изделие не подвергалось.

ТОПОРЫ. Основным деревообделочным инструментом волжских булгар были топоры различных типов. По данным металлографического анализа один фрагмент топора – ан. № 54 (Семеновское I селище, рис. 57) был откован из простого кричного железа. Предположительно, топор может быть отнесен к типу ВПб – проушным, широколезвийным, лопастным с уплощенным обушком [Культура Биляра, 1985. С. 36]. Для анализа шлиф был взят с плоской части обушка, поэтому технологическая схема изготовления этого топора не может быть определена достоверно. На шлифе прослежена крупнозернистая структура феррита, образовавшаяся, вероятно, вследствие пережога металла в процессе ковочного нагрева. Это дефект в работе кузнеца, который, возможно, и явился причиной поломки топора в процессе его эксплуатации.

Из железа и стали изготавливались в домонгольское время различные хозяйственные и бытовые предметы, орудия промыслов. О широком развитии рыболовства у волжских булгар свидетельствуют многочисленные находки рыболовных крючков, встречающиеся на поселениях.

РЫБОЛОВНЫЕ КРЮЧКИ. Микроструктурно был исследован металл одного рыболовного крючка – ан. № 35 (Измерское V селище), который относится к типу 1 (с бородкой и крючком на противоположном конце (рис. 57). Подобные крючки имеют многочисленные аналогии в материалах Болгара, Биляра, Муромского городка и на других памятниках.

Крючок № 35 по данным металлографического анализа был откован из кричного железа. Микротвердость ферритовой структуры на шлифе составляет 181 кг/мм².

ГВОЗДИ. Крепежным материалом при строительстве большинства деревянных построек волжских булгар являлись различные гвозди, скобы, штыри и костыли. Металлографически был исследован один гвоздь – ан. № 38 (Измерское V селище, рис. 57). По типологической схеме, предложенной Е.П. Казаковым для кузнечных изделий Волжской Булгарии, этот гвоздь относится к типу 3 – с Т-образной в разрезе и округлой в плане шляпкой [Казаков Е.П., 1991. С. 66]. Анализ показал неоднородную структуру металла на шлифе, выпиленном с полного поперечного сечения гвоздя. Внутреннее поле шлифа было железным, а по его краям наблюдается малоуглеродистая стальная незакаленная структура феррито-перлита. Сварочный шов между зонами различных структур отсутствует. Возможно, гвоздь был процементирован.

ВЕДЕРНЫЕ УШКИ. Для переноски воды волжские булгары кроме керамической тары использовали различные деревянные сосуды – ведра, кадки, жбаны и иные емкости, которые снабжались железными ручками, крепившимися к ведрам с помощью медных и железных ушков. При этом медные ушки были предпочтительнее, так как не были подвержены, в отличие от железных, коррозии при контакте с водой. Ушки крепились к деревянным стенкам ведер при помощи медных заклепок. Аналитически было установлено, что ведрное ушко № 36 (рис. 57) было отковано из неравномерно науглероженной мягкой сырцово-стали. Микротвердость феррито-перлитовой структуры составляет 274 кг/мм².

ПРОБОИ. Целиком из кричного железа, по данным металлографии, был откован небольшой пробойчик от деревянного ларчика – ан. N 43 (Семеновское I селище) (рис. 58).

НОЖНИЦЫ. На поселениях волжских булгар домонгольского времени нередкой находкой являются ножницы, представленные двумя типами: 1 тип – пружинные, 2 тип – шарнирные. Технология изготовления ножниц аналитически прослежена на одном экземпляре – № 22 (Старокуйбышевское I селище), которые относятся к подтипу Па – с круто выступающими плечиками, придающими рукояти лировидную форму (рис. 57).

Аналитически установлено, что ножницы № 22 были изготовлены в технологии локальной цементации лезвия. Микротвердость стальной перлитовой структуры составляет

383 кг/мм², а микротвердость ферритовой структуры в основном теле лезвия ножниц повышенная и составляет 274 кг/мм².

ПРЯЖКИ. Пряжка № 62 (рис. 57), предназначенная либо для пояса, либо для конской упряжи, имеет подквадратную форму и размеры 37 x 40 мм. В сечении пряжка также прямоугольная. Подобные пряжки имеют широкие аналогии в материалах с памятников волжских болгар IX–X вв. Анализ показал, что пряжка № 62 (Старокуйбышевское II селище) была целиком откована из кричного железа. Микротвердость феррита на шлифе колеблется в пределах 193–206 кг/мм².

КРЮКИ. Для подвешивания мяса, в кухонном хозяйстве, либо во время его зимнего хранения в кладовых применялся железный крюк № 29 (Измерское V селище, рис. 57). Анализ показал, что крюк был откован из заготовки мягкой сырцово-перлитовой микроструктуры на шлифе составляет 221–254 кг/мм².

ГИРЬКИ. Из обихода торговли болгар была проанализирована небольшая железная гирька кубической формы – ан. № 55 (Семеновское I селище, рис. 57). По типологической схеме авторов монографии «Культура Биляра» гирька относится к 1 типу – кубической формы [Культура Биляра, 1985. С. 106].

По результатам микроструктурного анализа гирька № 55 была изготовлена из заготовки, сваренной, в свою очередь, из нескольких отдельных кусочков малоуглеродистой стали. Вероятно, в данном случае использовался металлолом.

ДЕТАЛИ ОТ ЗАМКОВ. Аналитически исследованы некоторые детали от навесных пружинных замков: три пружины, две отдельные детали корпусов и два ключа к замкам. Более подробно типология замков Волжской Булгарии, а также технология их изготовления рассматривается в соответствующем разделе данной главы при анализе кузнечного ремесла городских центров и выше, в главе II, посвященной результатам экспериментальных работ.

Металлографически исследованные пружины от замков происходят от различных типов изделий (рис. 57). Две пружинные системы (№№ 51 и 54) являются деталями от замков типа В, по Б.А. Колчину [1953. С. 154], а пружинный узел № 50 происходит от замка, применявшегося для запираания конских пут типа Д, по Б.А. Колчину [1953. С. 154].

Аналитически установлено, что пружина № 50 (Семеновское I селище) была откована из специально приготовленной стальной заготовки. Закалке эта пружина не подвергалась. Другая пружина (№ 51, Семеновское I селище) была целиком откована из кричного железа. При определенных условиях проковки пластинка из простого железа также может обладать пружинящим свойством. А пружина № 54 была изготовлена из цельностаальной заготовки. Эта пружина была термообработана – закалена на сорбит.

Исследование двух деталей от замков типа Е, по Б.А. Колчину, происходящих с Измерского V селища, показало, что оба стержня были откованы из малоуглеродистой сырцово-перлитовой стали (рис. 58, №№ 3, 4). Из мягкой сырцово-перлитовой стали были откованы ключи от навесных замков № 7 (Измерское V селище) и № 47 (Семеновское I селище).

ЗВЕНЬЯ ОТ ЦЕПЕЙ. Звено от котловой цепи (№ 53, Семеновское I селище, рис. 57) по данным металлографии было отковано из заготовки кричного железа. В процессековки поверхность изделия подверглась незначительному науглероживанию. При изготовлении звена цепи, несомненно, была применена операция кузнечной сварки. К числу предметов быта, вероятно, относится скоба в форме изогнутой плоской пластинки с отверстием в одном конце (№ 42, Семеновское I селище). Предмет был изготовлен из малоуглеродистой сырцово-перлитовой стали (рис. 57).

ПРЕДМЕТЫ СНАРЯЖЕНИЯ КОНЯ И ВСАДНИКА. Из предметов снаряжения коня металлографически были исследованы два экземпляра удила – №№ 63 и 64 (Старокуйбышевское городище). Оба экземпляра однотипные – двусоставные кольчатые удила с крупными и более мелкими подвижными кольцами, продетыми в малые приемные кольца. Удила этого типа позднего варианта с менее крупными кольцами и трубкообразными приемными петлями звеньев датируются XII–XIII вв. [Кирпичников А.Н., 1973. С. 16]. По данным анализов оба экземпляра удила были откованы из заготовок малоуглеродистой сырцово-перлитовой стали. Среди прочих кузнечных операций при их изготовлении, безусловно, применялась кузнечная сварка однородного металла.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВООРУЖЕНИЯ

Технология изготовления предметов вооружения исследована на примере четырех наконечников стрел и одного наконечника копья (рис. 57).

НАКОНЕЧНИКИ СТРЕЛ №№ 31, 5, 41 и 44 – все черешковые, плоские. Наконечник № 31 по типологической схеме Е.П. Казакова относится к типу IA2 и является вариантом гнездовских, черешковых, плоских листовидных [Казаков Е.П., 1991. С. 93]. Этот тип наконечников датируется в пределах X–XI вв.

Наконечники №№ 5, 41 и 44 относятся к типу IB1, также являющегося вариантом гнездовских, черешковых, плоских, ромбовидных с наибольшим расширением посередине пера. Наконечники этого типа в Среднем Поволжье датируются в пределах второй половины IX – первой половины XI вв. [Казаков Е.П., 1991. С. 95].

Микроструктурными анализами установлено, что наконечники №№ 5 и 31 (Измерское V селище) целиком были откованы из мягкой сырцово-стали. А наконечники №№ 41 и 44 (Семеновское I селище) были изготовлены из заготовок кричного железа.

НАКОНЕЧНИК ПИКИ (№ 25, Старокуйбышевское селище) относится к типу IA [Казаков Е.П., 1991. С. 99]. Известные с X в. на Руси, пики такого типа наибольшее распространение получили в XII – первой половине XIII вв. в районах пограничных с кочевой степью. Аналогичные пики происходят с Измерского I селища. Находки всех пик с этого памятника были сделаны в северо-западной части поселения, что дало основание Е.П. Казакову предположить, что они происходят с поля боя [Казаков Е.П., 1991. С. 99]. Анализ металла с пики № 25 показал, что она была откована из заготовки мягкой сырцово-стали.

2. КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ПАМЯТНИКАХ ГОРОДСКОГО ТИПА

Археологические данные свидетельствуют о том, что именно города в Волжской Булгарии являлись основными центрами ремесленной и торговой деятельности [Хузин Ф.Ш., 2001. С. 218-254]. Поэтому для выяснения особенностей кузнечного производства Волжской Булгарии первостепенное значение имеют материалы, происходящие из городских центров государства.

Всего металлографически исследовано 297 предметов из городских центров домонгольской Волжской Булгарии. Распределение их по памятникам дано в таблице 9.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ, ДЕРЕВООБДЕЛОЧНОГО И КУЗНЕЧНО-СЛЕСАРНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ

НОЖИ. Металлографически исследовано 76 экземпляров ножей из городских центров Волжской Булгарии домонгольского периода (рис. 58). Типологически они делятся на две большие подгруппы: 1) хозяйственно-универсальные; 2) специальные (Культура Биляра, 1985. С. 56). 8 ножей из коллекции Билярского городища относятся к подгруппе специальных, к категории А – рабочим ножам для резьбы по дереву или столярным. Из них три ножа – №№ 92, 93 и 95 (рис. 58) относятся к отделу А1 – со сглаженным переходом от черешка к спинке, а два ножа (№№ 3 и 97) – к категории Б – ножам для обработки кожи (рис. 58). Остальные 46 ножей отнесены к подгруппе хозяйственно-универсальных.

Из 18 металлографически исследованных М.М. Толмачевой ножей с Муромского городка 3 экземпляра отнесены к подгруппе специальных, к категории А – для резьбы по дереву (№№ 1644, 1647 и 1651, рис. 63). Остальные ножи отнесены к подгруппе хозяйственно-универсальных. Микроструктурным анализом установлено, что кузнецы городских ремесленных центров в своем производстве использовали 11 технологических схем, суммарно представленных в таблице № 4.

На кузнечной продукции из памятников городского типа были выявлены такие технологические схемы: 1) ковка из кричного железа и сырцово-неравномерно науглероженной стали, 2) цементация, 3) цельносталевые заготовки, 4) пакетный металл, 5) трехслойный па-

кет, 6) вварка стальной лезы, 7) торцовая наварка, 8) боковая наварка, 9) косая наварка, 10) V-образная наварка, 11) двухполосная сварка.

Аналитически установлено, что 9 ножей были изготовлены в самой простой технологии – из заготовок обычного кричного железа и мягкой сырцово-стали: №№ 3, 8, 80, 94, 95 (Билляр, рис. 58), №№ 1643, 1651, 1652, 1653 (Муромский городок, рис. 63). На ножах №№ 94 и 95 (Билляр) была прослежена предварительная подготовка заготовки ножа из 4-х (№ 94) и 11-ти полосок металла (№ 95) способом кузнечной сварки. Сварка однородного металла была выполнена умело. В процентном соотношении эта группа ножей составляет 11,84%.

Три ножа с Биллярского городища (№№ 82, 91 и 103) были откованы из заготовок железа или мягкой сырцово-стали с последующей цементацией. Из них один нож (№ 82) подвергся резкой закалке локального характера, отчего на кончике его лезвия образовалась микроструктура мелкодисперсного мартенсита.

Ножи с технологией цементации составляют среди исследованных 3,94%. 9 ножей (№№ 1, 26, 54, 64, 77, 83, 98 и 111, Билляр, рис. 58; № 1655, Муромский городок, рис. 63) были изготовлены из цельносталей высокоуглеродистых заготовок. В четырех случаях были использованы стальные монолитные, предварительно цементированные заготовки (№№ 26, 54, 98 и 111), а для остальных ножей заготовки пакетовались из нескольких полос однородной стали. Качество кузнечной сварки при пакетовании было различным: на ноже № 64 – невысокое, на экземплярах №№ 83 и 77 – среднее, а на ноже № 1 – высокое.

5 из 9 ножей данной технологической группы прошли операцию закалки. Цельносталейные ножи в исследованной коллекции составляют 11,84%.

Наиболее многочисленную группу (25 экз.) составляют ножи, изготовленные в технологии вварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу, откованную либо из кричного железа, либо пакетованную из различных полос железа и стали. В эту группу входят ножи №№ 57, 58, 59, 60, 62, 65, 66, 68, 69, 74, 75, 99, 100, 101, 104, 106, 108, 109 (Билляр, рис. 58) и №№ 1640, 1642, 1645, 1646, 1648, 1649, 1650 (Муромский городок, рис. 63).

Наибольшее количество среди этих ножей составляет 21 экземпляр, основа которых была откована из кричного железа или мягкой сырцово-стали: №№ 57, 58, 60, 62, 65, 68, 69, 74, 75, 99, 100, 101, 108, 109 (Билляр) и 7 ножей с Муромского городка. На некоторых шлифах прослежены швы в металле основы ножей, которые позволяют раскрыть некоторые особенности данной технологии. Эти особенности состоят в том, что вварная леза при ковке ножа помещалась между двумя отдельными полосками по краям (ан. №№ 58, 68, 69, Билляр, рис. 58). На трех ножах (№№ 59, 66, 104, Билляр) основа была пакетована из полос высокоуглеродистой стали и кричного железа. Эта разновидность рассматриваемой технологии ведет свое происхождение из раннебулгарского периода и, вероятно, была занесена в Среднее Поволжье кузнецами, пришедшими сюда с салтовским населением. Для домонгольской Волжской Булгарии эту технологиюковки ножей следует рассматривать как одну из самых ранних и датировать начало ее применения временем не позднее X в. Качество кузнечной сварки иковки среди ножей данной технологической группы различное. Из восемнадцати ножей Билляра на тринадцати кузнечная сварка была выполнена качественно: №№ 59, 60, 62, 66, 69, 75, 99, 100, 101, 104, 106, 108, 109. Сварка среднего качества отмечена на одном ноже (№ 74) и неудовлетворительного качества – на четырех ножах (№№ 57, 58, 65, 68).

В коллекции изделий с Муромского городка отличаются по качеству исполнения ножи №№ 1640, 1648 и 1650. Некачественно проведена кузнечная сварка на ножах №№ 1642, 1645 и 1646.

Особенностью ножа № 1649 является то, что стальная вварная леза состоит из двух сваренных воедино полосок [Толмачева М.М., 1982. С. 59]. Все ножи с технологией вварки, за исключением ножа № 100 (Билляр) прошли термообработку. Из них семнадцать ножей были закалены в резкой закалочной среде: №№ 57, 58, 59, 62, 65, 66, 68, 69, 75, 99, 104, 109 (Билляр) и №№ 1640, 1642, 1646, 1649, 1650 (Муромский городок).

Операцию мягкой закалки прошли семь ножей: №№ 60, 74, 101, 106, 108 (Билляр) и №№ 1648, 1645 (Муромский городок). На ноже № 100 во вварной лезе наблюдается феррито-перлитовая структура. Технологическая схема вварки стальной лезы составляет в исследованной коллекции ножей 32,89%

Шесть ножей по данным металлографии были изготовлены с применением технологии пакетования заготовки: №№ 27, 76, 84, 89, 92, 102 (Билляр). На пяти ножах данной технологи-

ческой группы, за исключением ножа № 102, в центре клинка лезвия были вварены наиболее науглероженные стальные полосы металла.

В некоторых случаях эта технологическая схема вплотную примыкает к идее трехслойного пакета. Вероятно, как образец неудачной реализации технологии пакетования следует рассматривать схему ножа № 102, где в центре лезвия помещена мягкая железная полоска, а по краям шлифа приварены высокоуглеродистые полосы.

Операция кузнечной сварки на пакетованных ножах в большинстве случаев, на четырех ножах, была выполнена качественно, а на одном ноже (№ 76, Биляр) отмечена кузнечная сварка среднего качества. Только один нож рассматриваемой группы (№ 27, рис. 58) прошел резкую закалку. Ножи с технологией пакетного металла составляют среди исследованных 7,89%.

Один нож (№ 1654, Муромский городок, рис. 63) был изготовлен в технологии сварки из двух полос мягкой стали с содержанием углерода 0,2–0,3% и 0,1%. Эта технологическая схема составила в коллекции ножей 1,31%.

На восьми ножах была выявлена технология трехслойного пакета: №№ 71, 85, 88, 93, 96, 97, 105, 107 (Биляр, рис. 58). На всех ножах этой технологической группы в центре клинка была помещена высокоуглеродистая специально приготовленная пластинка стали. Выделяются два варианта подготовки стальных вварных полос: 1) из монолитного, насквозь процементированного куска металла (№№ 85, 93, 97, 107), 2) пакетованного из нескольких однородных стальных пластинок (№№ 71, 88, 96, 105). По краям заготовок ножей рассматриваемой группы кузнецы помещали либо полосы из обычного кричного железа или сырцово-неравномерно науглероженной стали, либо пакетованные из полосок железа – нож № 93.

Все ножи этой группы прошли термообработку. Нож № 97 подвергся мягкой закалке, остальные – резкой. На ножах с технологией трехслойного пакета кузнечная сварка была выполнена в основном качественно. Только на ноже № 96 сварка среднего качества. Эта технологическая схема составляет 10,52%. Технологическая схема косой боковой наварки стальной пластинки на железную основу выявлена на семи ножах: (№№ 55, 56, 61, 63, 78, 110 (Биляр, рис. 58) и № 1647 (Муромский городок, рис. 63). Операция кузнечной сварки на пяти ножах была выполнена качественно: (№№ 55, 56, 61, 110 (Биляр) и № 1647 (Муромский городок). На ноже № 78 (Биляр) кузнечная сварка среднего качества, а на ноже № 63 (Биляр) сварочный шов некачественный и заполненный шлаками.

Пять ножей этой группы прошли операцию резкой закалки: №№ 55, 56, 63, 110 (Биляр) и № 1647 (Муромский городок). На ножах №№ 55 и 63 закалка лезвия была полная, а на ножах №№ 5 и 110 – локальная. В наварных стальных пластинах образовалась мартенситовая микроструктура. Технологическая схема боковой наварки составляет в исследованной коллекции 9,21%.

И последняя технологическая схема, выявленная на ножах – торцовая наварка стальной пластинки на железную основу. В такой технологии, как показали результаты микроструктурных исследований, были изготовлены восемь экземпляров ножей: №№ 33, 67, 72, 79 (Биляр, рис. 58) и №№ 1638, 1639, 1641, 1644 (Муромский городок, рис. 63). На ножах с Билярского городища основа ковалась из заготовок неравномерно науглероженной стали. Основа ножей с Муромского городка, откованных в рассматриваемой технологии – тщательно прокованное, мелкозернистое, освобожденное от шлаковых включений кричное железо.

Стальная высокоуглеродистая пластинка приваривалась на кончик лезвия и в процессе формовки клинка в некоторых случаях деформировалась и приобретала вид скошенной полоски, которая выглядит как косая боковая наварка. Это наблюдается на шлифах с ножами №№ 33, 67, 79 (Биляр, рис. 58), и №№ 1638 и 1639 (Муромский городок). При определенном режиме последовательности нанесения ударов по заготовке лезвия формуемого клинка, стальная наварная пластинка приобретала в профиле характерную форму, наблюдаемую на шлифе № 72. На шлифе с ножа № 1639 (Муромский городок) стальная наварная пластинка была откована из пакетного металла. Все восемь ножей этой технологической группы прошли операцию термообработки – резкую закалку, отчего в наварных пластинах образовались структуры мелко и крупноигльчатого мартенсита. Нож № 1639 закалку воспринял не полностью, о чем свидетельствует структура, содержащая участки мартенсита с ферритом. Из восьми ножей с технологией торцовой наварки только на двух экземплярах (№ 67, Биляр; № 1639, Муромский городок) кузнечная сварка была выполнена некачественно. На остальных ножах этой технологической группы качество кузнечной сварки было хорошим.

Технологическая схема торцовой наварки составляет в исследованной коллекции 10,52%. Термообработка выявлена на 52 ножах, что составило 68,42%.

ТОПОРЫ. Из 26 исследованных топоров 19 экземпляров происходят с Билярского городища (рис. 59), 7 экземпляров – с Муромского городка (рис. 64). Топоры относятся к различным типам. По форме лезвия они подразделяются, по типологии Р.Ф. Шарифуллина, на три категории: А – узколезвийные, Б – широколезвийные, В – широколезвийные, лопастные [Культура Биляра, 1985. С. 36]. Каждая категория в зависимости от формы обушковой части (молоткообразные, округлые, уплощенные) делится на несколько отделов. Конкретный тип определяется по деталям оформления обуха (отсутствие или наличие щековиц и их форма).

Металлографически исследованные топоры распределились по типам следующим образом: к типу А1а – узколезвийным с молоткообразным обухом и закругленными щековицами отнесены топоры №№ 14, 51 (Биляр, рис. 59) и топор № 1592 (Муромский городок, рис. 64). У него обушок и щековицы не сохранились. Его можно отнести лишь к категории А – узколезвийным топорам. К типу В1б – широколезвийным, клиновидным, с округлым обухом и заостренными щековицами отнесены три топора с Билярского городища (№№ 31, 47, 49). К типу В1г – широколезвийным, клиновидным, со скошенными щековицами отнесены топоры №№ 17, 28, 48, 50, 162 (Биляр, рис. 59) и топор № 1607 (Муромский городок, рис. 64). Вероятно, к этому же типу относится и фрагмент топора № 163 (Биляр, рис. 59), у которого не сохранились обушок и щековицы. К типу В1в – лопастным, с округлым обушком и прямыми щековицами относятся два топора: № 119 (Биляр, рис. 59) и № 1593 (Муромский городок, рис. 64). Один топор (№ 122, Биляр, рис. 59) относится к типу В1б – лопастным с округлым обушком и скошенными щековицами. Фрагментарно сохранившиеся топоры № 124 (Биляр, рис. 59) и №№ 1608, 1595 (Муромский городок, рис. 64) достаточно уверенно можно отнести только к определенным категориям: № 124 – к категории Б – широколезвийным, клиновидным, а топоры №№ 1595 и 1608 – к категории В – широколезвийным, лопастным.

Топоры типа А, предназначавшиеся, предположительно, для лесорубных работ и раскалывания бревен, датируются IX–XII вв. [Культура Биляра, 1985. С. 37]. Близкие по форме, но меньшие по размерам и массе топоры, определяемые как боевые, встречаются в Северо-Восточных районах Древней Руси X–XIII вв. Топоры типа В1б известны по исследованиям древнерусских памятников X–XIII вв. Легкие топоры этого типа могли использоваться для столярных и бондарных работ, но могли, вероятно, применяться и в боевых целях.

Топоры типа В1а могли быть плотницкими орудиями типа русского подтеса и предназначались в основном для продольной обработки древесины при изготовлении плах, брусьев и тесаных досок. Топоры этого типа были распространены в основном на памятниках волжских булгар и в сопредельных областях в IX–XII вв. В билярских коллекциях топоры этого типа составляют 40% от общего количества топоров [Культура Биляра, 1985. С. 41]. По результатам металлографических анализов определено, что 5 топоров были откованы из обычного кричного железа (№№ 34, Биляр, рис. 61; №№ 1595, 1608, Муромский городок, рис. 64) и из мягкой сырцово-стали (№№ 28, 163, Биляр, рис. 59). Мелкозернистая ферритовая структура топоров №№ 28, 34, 163 (Биляр) и № 1608 (Муромский городок) свидетельствует о рациональном подборе температурного режима во времяковки. Фрагмент топора № 1595 был сварен из двух продольных полос кричного железа с очень крупнозернистой ферритовой структурой. Увеличенная крупнозернистость ферритного зерна на этом топоре является, вероятно, следствием перегрева на заключительном этапековки, что могло явиться причиной поломки инструмента в процессе его эксплуатации. Топоры, изготовленные из кричного железа и мягкой сырцово-стали типологически датируются в пределах IX–XII вв. В коллекции топоров эта технологическая группа составила 19,2%. Три топора (№ 49, Биляр, рис. 59; №№ 1607, 1620, Муромский городок, рис. 64), по данным металлографии, были откованы в технологии цементации рабочих сторон лезвий. Все три топора прошли термообработку. Топоры № 49 (Биляр) и № 1607 (Муромский городок) подверглись мягкой закалке, а топор № 1620 – резкой.

Технологию цементации на топорах типологически можно датировать IX–XIII вв. Эта технологическая схема в коллекции среди исследованных микроструктурно топоров составляет 11,5%.

Четыре топора (№№ 11, 21, 31, 50, Биляр, рис. 59) были откованы из стальных заготовок, которые приготавливались по-разному. Топоры №№ 11 и 31 ковались из монолитных, насквозь процементированных заготовок, а топоры №№ 21 и 50 были сварены в пакет из трех-семи высо-

коуглеродистых полос. При этом отмечается высокое качество выполнения кузнечно-сварочных работ. Три топора этой технологической группы подверглись термообработке. Топор № 31 прошел мягкую закалку, а топоры №№ 21 и 50 – резкую.

Цельносталльных топоров среди исследованных оказалось 15,3%. Типологически цельно-стальные топоры датируются IX–XII вв.

Технологическая схема пакетного металла металлографически была выявлена на одном топоре (№ 16, Биляр, рис. 59). Этот топорик, вероятно, служивший в качестве боевого, относится к типу АIа – узколезвийным с молоткообразным вытянутым обушком и округлыми щековицами. Особенностью этого топорика является наличие прорези треугольной формы в лезвии. Топоры этого типа встречаются в древностях салтово-маяцкой культуры, а наиболее близкая аналогия опубликована Р.Д. Голдиной из древностей ломоватовской культуры Верхнего Прикамья [Голдина Р.Д., 1985. С. 235, табл. XXVIII, 26]. По Р.Д. Голдиной, этот топор относится к типу III – с узким подтреугольным лезвием и вырезом в нем, с сильно вытянутым граненым обухом. Билярский топор этого типа (№ 16) типологически должен датироваться IX–X вв. Лезвие топора термообработке не подвергалось. А кузнечная сварка при проведении пакетования заготовки была выполнена некачественно. Технологическая схема пакетного металла на топорах из городских центров домонгольской Волжской Булгарии составляет 3,8%.

Три топора (№№ 51 и 124, Биляр, рис. 59; № 61, Муромский городок, рис. 64) были изготовлены с применением технологической схемы, которую можно определить как трехслойный пакет. На клиновидных шлифах с этих топоров сверху вниз опускаются полосы высокоуглеродистой стали. При этом по краям центральных стальных полос приваривались либо тоже стальные, либо пакетованные железо-стальные полосы. На обоих топорах с этой технологией кузнечная сварка была выполнена очень умело. Оба топора прошли термообработку: № 51 – мягкую, № 124 – резкую закалку. В результате в стальной вварной полосе на топоре № 51 образовалась сорбито-трооститовая структура. Вероятно, при ковке этого топора кузнец перегрел его лезвие, в результате на острие образовалась отпущенная стальная структура. Резкая закалка на топоре № 124 носила локальный характер, на что указывает различная микротвердость в стальной вварной пластине. В процентном отношении данная технологическая группа составляет среди исследованных топоров 11,53%. Типологически технологию трехслойного пакета на топорах можно датировать IX–XII вв.

Наиболее значительная группа топоров (7 экз.) была изготовлена с применением технологии вварки стальной лезы в основное тело, которое было, либо откованным из кричного железа (ан. №№ 14, 17, 120, Биляр, рис. 59), либо из сырцового неравномерно науглероженной стали (№№ 47, 48, 122, Биляр, рис. 59; № 1592, Муромский городок, рис. 64). В технологической группе топоров с вварными стальными пластинками термообработаны были два экземпляра: топор № 122 (Биляр) и топор № 1592 (Муромский городок).

На остальных топорах рассматриваемой технологической группы следов термообработки не зафиксировано. Технологическая схема вварки стальной лезы на топорах Волжской Булгарии домонгольского периода типологически может быть датирована временем с IX по XIII вв. В процентном отношении эта технология среди исследованных топоров составляет 27%.

И последнюю технологическую группу на домонгольских топорах из городских центров составляют изделия с технологией боковой наварки стальной пластинки. В такой технологии были откованы три топора: №№ 119, 162 (Биляр) и топор № 1593 (Муромский городок). Лезвия топоров подверглись термообработке. По типологическим данным технологическая схема наварки стальной пластинки на лезвие топора может быть датирована IX–XII вв. Эта технологическая группа топоров среди исследованных составляет 11,53%. Количество термообработанных изделий среди исследованных топоров достигает 60%.

ТЕСЛА являлись вторыми по значению деревообделочными инструментами у волжских болгар. Многие исследователи обращали внимание на сложность разделения такого рода орудий на почвообрабатывающие и деревообделочные [Культура Биляра, 1985. С. 50]. Среди критериев, позволяющих выделить тесла, показателем такой признак, как лезвие, отходящее под углом к ее оси (для проушных). Иногда у тесел бывают выемчатые лезвия или специальные бортики для выемки пазов определенных размеров.

Металлографически была исследована технология изготовления одиннадцати тесел, происходящих с Билярского городища (№№ 4, 5, 7, 12, 20, 22, 23, 121, 137, 138, 139, рис. 59) и трех тесел с Муромского городка (№№ 1591, 1597, 1613, рис. 64).

Типологически все тесла подразделяются на две разновидности: 1) проушные, 2) втульчатые. Среди проушных выделяются такие типы: 1) с горизонтальным трубчатым проухом, уплощенным молотковидным обушком, округлыми щековицами и прямым лезвием (№№ 7, 121, Биляр); 2) с горизонтальным трубчатым проухом, уплощенным молотковидным обушком, округлыми щековицами и выемчатым лезвием (№ 22, Биляр); 3) с горизонтальным проухом неправильной округлой формы, с уплощенным обушком и выемчатым лезвием (№ 23, Биляр). Два тесла с Муромского городка (№№ 1591 и 1613) отнесены к типу проушных с округлым обушком, заостренными щековицами и прямым лезвием. Эти тесла, вероятно, были переделаны из топоров путем нагрева участков между проухом и лезвием и поворотом самого лезвия перпендикулярно относительно к линии черена орудия. При этом тесло № 1613 было переделано из топора типа ВШБ, а тесло № 1591 – из топора типа ВШБ [Левашева В.П., 1939. С. 40-41].

Среди втульчатых тесел выделены плосколезвийные с плечиками (№№ 4, 5, 12, 20, 139, Биляр); выемчатые без плечиков (№ 138, Биляр) и выемчатые с плечиками (№ 137, Биляр).

При изготовлении тесел домонгольского периода из городских центров Волжской Булгарии были применены следующие технологические схемы: 1) ковка из кричного железа и мягкой сырцово-стали; 2) из цельносталей заготовок; 3) цементация рабочей грани инструмента; 4) ковка из заготовки пакетного металла; 5) трехслойный пакет; 6) наварка стальной полосы на основу из железа; 7) двухполосная сварка.

Два тесла (№ 137, Биляр, рис. 59; № 1613, Муромский городок, рис. 64) были откованы из заготовок простого кричного железа (№ 137) или из неравномерно науглероженной малоуглеродистой сырцово-стали (№ 1613). Лезвие тесла № 1613, вероятно, подверглось мягкой закалке. На это указывает сорбитообразный характер перлита. Но по причине недостаточной науглероженности закалка лезвием не была воспринята.

Из цельносталей высокоуглеродистых и среднеуглеродистых заготовок были откованы четыре тесла из Биляра: №№ 5, 23, 121, 138 (рис. 59). В этой технологической группе выделяются два варианта приготовления заготовок: 1) из монолитного насквозь процементированного куска стали: №№ 5, 138; 2) из пакетованной из отдельных более мелких стальных полосок: №№ 23, 121. Лезвие тесла № 121 было пакетовано из четырех-пяти полос высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной сварки было высоким. А лезвие тесла № 23 было отковано из заготовки, сваренной из двух стальных высокоуглеродистых полос металла. При этом наварка на шлифе выглядит как торцовая (наблюдается поперечный сварочный шов). Наваренные части – однородный металл. Смысл такой сварки состоял, вероятно, только в получении заготовки нужного размера. Качество кузнечной сварки на этом топоре было хорошим. Тесла №№ 5, 23 и 121 подверглись термообработке – резкой закалке, после чего на них образовалась мартенситовая микроструктура. Тесло № 4 (Биляр) было изготовлено в технологии цементации с последующей резкой закалкой на мартенсит. Заготовка тесла была откована из кричного железа, а цементации подверглась только одна сторона лезвия.

Технологическая схема пакетного металла – послойной сварки железных и стальных полос в единую заготовку выявлена на трех экземплярах тесел: №№ 20, 22 (Биляр, рис. 59) и № 1597 (Муромский городок, рис. 64). Микротвердость феррита на шлифах №№ 20 и 22 повышенная и составляет 236–350 кг/мм². Возможно, в данном случае были использованы заготовки высокофосфористого железа. Обращает на себя внимание невысокое качество выполнения операции кузнечной сварки на обоих теслах с этой технологией из Биляра. Лезвие тесла № 20 подверглось резкой локальной закалке, отчего на его острие образовалась структура мелкоигольчатого мартенсита.

На одном экземпляре тесла (№ 12, Биляр, рис. 59) была выявлена технологическая схема трехслойного пакета. В центре шлифа от спинки и вниз к острию опускается широкая полоса высокоуглеродистой перлитовой структуры, а по краям шлифа располагаются зоны феррито-перлита. Отчетливого сварочного шва между зонами различных структур не наблюдается, но он, несомненно, имеется. На это указывает резкая граница между различными структурами. Тесло термообработке не подвергалось.

На тесле № 139 (Биляр) была выявлена технологическая схема косой боковой наварки небольшой высокоуглеродистой стальной пластинки на стальную же основу. После резкой закалки

ки в наварной пластине образовалась крупноигльчатая мартенситовая структура. Кузнечная сварка была выполнена очень качественно.

Два тесла (№ 7, Биляр, рис. 59; № 1591, Муромский городок, рис. 64), по данным металлографии, были откованы из заготовок, сваренных из двух полос металла. На тесле № 1591 наблюдаются две полосы – железа и неравномерно науглероженной стали. Кузнечная сварка была выполнена умело. На тесле № 7 также прослеживаются две полосы – железная и стальная. Здесь кузнечная сварка была выполнена некачественно. Оба тесла подверглись термообработке – мягкой закалке. По краям шлифа с тесла № 1591 наблюдается обезуглероживание, явившееся, вероятно, результатом перегрева изделия в процессековки. Термообработка среди тесел исследованной коллекции составляет 85,7%.

ДОЛОТА – основной инструмент в деревообработке волжских булгар для выдалбливания пазов и различных выемов в дереве. У волжских булгар, как и в Древней Руси, были известны долота двух типов: 1) цельнометаллические, 2) втульчатые. Долота, происходящие с памятников Волжской Булгарии, отличаются от древнерусских инструментов тем, что нижняя половина их, как правило, имеет расширенную клиновидную форму, а верхняя половина, служившая рукоятью инструмента, часто овальная, в то время как древнерусские цельнометаллические долота в основном не имеют такого расширения в нижней половине орудия [Колчин Б.А., 1953. С. 108]. Втульчатые долота в Волжской Булгарии, как и в Древней Руси, были более массивными.

Технология изготовления долот у волжских булгар прослежена на примере шести экземпляров орудий, из них пять цельнометаллических (№№ 41, 42, 43, Биляр, рис. 59; №№ 1602, 1665, Муромский городок, рис. 64) и один втульчатый (№ 1634, Муромский городок, рис. 64). Среди цельнометаллических долот выделяются три экземпляра крупных (№№ 41, 42, 1665). Все цельнометаллические долота представляют собой стержни с прямоугольным сечением в верхней части и клиновидной рабочей частью орудия. Рукоять у них либо округлого, либо подквадратного сечения, заканчивается ударной площадкой, как правило, расплющенной в процессе работы.

Технология их изготовления по данным металлографии оказалась различной. Два долота (№№ 1602 и 1665) были откованы из неравномерно науглероженных цельностальных заготовок. На шлифе с долота № 1602 наблюдается феррито-перлит с содержанием углерода до 0,2% и неравномерным его распределением. Сорбитообразный характер перлита дает основание предположить возможность мягкой закалки лезвия этого долота. Следы мягкой закалки присутствуют также на шлифе с долота № 1665 [Толмачева М.М., 1982. С. 58].

Из цельностальной высокоуглеродистой заготовки была откована рабочая часть долота № 43. В рациональной технологии было отковано долото № 42 – вваркой узкой и длинной стальной полосы в основу из неравномерно науглероженной сырцової стали. Эта технология заметна даже без микроскопа при визуальном наблюдении. Операция кузнечной сварки была выполнена качественно. В результате резкой закалки в стальной вварной зоне образовалась мартенситовая микроструктура.

Долото № 41, по данным металлографического анализа, было отковано в технологии наварки высокоуглеродистой специально приготовленной стальной пластины на основу из неравномерно науглероженной стали. При этом кузнечная сварка была выполнена некачественно. Рабочая часть долота подверглась резкой локальной закалке.

По данным анализа, сохранившаяся часть лезвия сильно коррозированного втульчатого долота № 1634 (Муромский городок, рис. 64) была откована из кричного железа.

СКОБЕЛИ. Металлографически исследована технология изготовления двух скобелей. Один скобель (№ 53) происходит с Билярского городища (рис. 59), другой (№ 1594) – с Муромского городка (рис. 64). Типологически оба скобеля относятся к одной разновидности – двуручным, применявшимся для обработки вогнутых поверхностей. Анализы показали, что один скобель (№ 53) был откован из заготовки обычного кричного железа, а другой (№ 1594) был откован из цельностальной заготовки, сваренной из вторичного сырья, на что указывают несколько сварочных швов. Лезвие скобеля № 1594 прошло термообработку – мягкую закалку, после чего на нем образовалась структура сорбита.

СВЕРЛА. Металлографически была исследована также технология изготовления двух сверл по дереву – №№ 150 и 151 (Биляр, рис. 59), которые относятся к типу перовидных. У волжских булгар, как и в Древней Руси, были известны также сверла спиралевидные

[Колчин Б.А., 1953. С. 120]. Сверла из Биляра были откованы в различных технологиях. Сверло № 150 отковано в технологии наварки стальной среднеуглеродистой пластиночки на основу из кричного железа. Кузнечная сварка здесь была выполнена удовлетворительно.

Сверло № 151 было изготовлено из заготовки, пакетованной из стальных и железных полосок. Микротвердость феррита основы сверла повышенная и составляет 254 кг/мм², феррито-перлита в наварной пластинке – от 221 до 274 кг/мм². Кузнечная сварка при пакетовании заготовки этого сверла была выполнена весьма качественно. Следов термообработки на сверлах не выявлено.

ТЕСАКИ. Микроструктурно была исследована также технология изготовления массивного тесака с втулкой для крепления рукояти и с плоским лопатковидным лезвием (№ 1618, Муромский городок, рис. 64), который, вероятно, мог применяться для снятия коры с бревен. Таким инструментом, насаженным на длинный черен, удобно было работать стоя. Анализом установлено, что тесак был откован из очень хорошо прокованной заготовки кричного железа. На заключительном этапе изготовления тесак, вероятно, ковался при пониженных температурах. Это было рационально, так как вело к образованию мелкозернистой структуры металла, что повышало эксплуатационные качества изделия.

Из числа предметов кузнечно-слесарного и каменотесного инструментария микроструктурно исследовано шесть экземпляров слесарных зубил, один молоток, один секач, один напильник, пять пробойников, кузнечные клещи и кайло.

ЗУБИЛО – основной инструмент для рубки металла, применявшийся в кузнечном и слесарном производстве волжских болгар. Все шесть металлографически исследованных зубил относятся к первому типу – для холодной рубки металла [Культура Биляра, 1985. С. 74]. Аналитически установлено, что зубила были изготовлены с применением трех технологических схем. Два зубила (№№ 147 и 149, Биляр, рис. 59) были изготовлены из специально приготовленных способом сквозной цементации высокоуглеродистых стальных заготовок. При этом зубило № 149 было отковано из заготовки, сваренной из трех отдельных полосок металла, а зубило № 147 из монолитной заготовки. Технология сварки высокоуглеродистой стальной лезы в основу, изготовленную либо из неравномерно науглероженной сырцово-стали, либо пакетованную из полос менее высокоуглеродистой стали, была обнаружена на трех зубилах из Биляра (№№ 36, 37, 35, рис. 59). Одно зубило (№ 148, Биляр) было отковано в технологии боковой наварки стальной пластины на железную основу. Все шесть исследованных зубил прошли термообработку – операцию резкой закалки, в результате чего на рабочей грани инструментов образовались твердые мартенситовые структуры. Кузнечно-сварочные работы были выполнены качественно.

МОЛОТКИ. Экземпляр молотка № 38 (Биляр) относится к категории Б – с двухсторонним бойком (рис. 60). Точка зрения Ф.Ш. Хузина о том, что такие молотки являются только ювелирными, может быть оспорена [Культура Биляра, 1985. С. 75]. Молотки такого размера, скорее всего, являлись малыми универсальными слесарными инструментами. Металлографически был проанализирован металл обеих ударных поверхностей молотка, в результате чего установлено, что обе они были откованы из высокоуглеродистой стали с последующей мягкой и резкой закалкой. Нижний рабочий боек (ан. № 38а) был сварен из заготовки, пакетованной из средне и высокоуглеродистой стали и закален в холодной воде. Кузнечная сварка была выполнена некачественно. На верхнем бойке (ан. № 38б) после мягкой закалки образовалась структура троостито-сорбита.

Молоток № 123 (Биляр) отнесен к отделу В1 – клиновидного, ровно сужающегося кверху профиля [Культура Биляра, 1985, с. 80]. В средней части молотка имеется ромбовидно расширяющаяся площадка с круглым отверстием для древка. Такие молотки с одной клиновидной рабочей частью и с другой, молоткообразной могли выполнять универсальные функции. Во-первых, собственно как молотки, во-вторых, в качестве секачей для рубки мягкого металла, а также для каменотесных работ.

Анализ шлифа с клиновидной рабочей грани этого инструмента показал, что она была изготовлена в технологии наварки высокоуглеродистой стальной пластины на основу инструмента из обычного кричного железа. Термообработке инструмент не подвергался. Кузнечная сварка в данном случае была выполнена очень качественно.

СЕКАЧИ. Для рубки металла в кузнечном и слесарном ремесле применялся специальный инструмент – секач, по форме напоминающий молоток с одной рабочей рубящей гранью,

и с противоположной плоской ударной поверхностью (№ 39, Биляр, рис. 59). Секач снабжался деревянной рукояткой и выполнял функции зубила. Он был удобен для рубки разогретого металла.

По данным металлографического анализа, рубящая грань секача была изготовлена из пакетной заготовки, сваренной из средне и высокоуглеродистых полос металла с последующей мягкой закалкой. На шлифе (ан. 39а) наблюдаются зоны феррито-перлита и сорбита. Кузнечная сварка при пакетовании полос металла была выполнена некачественно. Плоская же, ударная часть секача (ан. 39б) была откована из высокоуглеродистой стали с доэвтектоидной концентрацией углерода. Здесь после мягкой закалки в отдельных участках образовалась структура сорбита.

НАПИЛЬНИКИ. Основными инструментами для обтачивания металлических поковок у волжских булгар служили напильники и надфили. Металлографическое исследование металла одного напильника с Муромского городка (ан. 2) показало, что этот инструмент был откован из специально приготовленной, вероятно, способом сквозной цементации, стальной высокоуглеродистой заготовки. На шлифе наблюдаются участки пластинчатого перлита, окаймленные карбидной сеткой. Содержание углерода здесь в пределах 1,4–1,5%. Инструмент находится в отожженном состоянии. Возможно также, что это только заготовка для изготовления напильника.

ПУАНСОНЫ. Предположительно, для пробивки отверстий в металле применялся пуансон – предмет в форме подчетырехугольного клина с закругленной нижней частью и с цилиндрическим пазом в плоской верхней поверхности (№ 158, Биляр, рис. 59).

Аналитически установлено, что пуансон № 158 был откован из неравномерно науглероженной сырцово-стали. Для пробивки отверстий в тонком листовом металле, вероятно, применялись небольшие пробойники, имеющие один заостренный конец, и уплощенный противоположный. Такими пробойниками, по нашему предположению, являлись предметы №№ 1603, 1604, 1605, 1606, 1664 с Муромского городка. По мнению же М.М. Толмачевой, эти предметы являлись какими-то рукоятками [Толмачева М.М., 1982. С. 58]. Не исключено, что это только заготовки для каких-то инструментов.

По данным металлографических анализов этих изделий установлено, что все они были откованы из обычного кричного железа или из мягкой сырцово-стали без применения операций, улучшающих их рабочие качества.

КАЙЛА. Кайло (№ 52, Биляр, рис. 60) – каменотесный инструмент в виде узкого длинного стержня с заостренным рабочим краем и овальной уплощенной противоположной частью с круглым отверстием для рукоятки. Инструмент был изготовлен из неравномерно науглероженной сырцово-стали.

КУЗНЕЧНЫЕ КЛЕЩИ (№ 40, Биляр, рис. 60) относятся к разновидности больших кузнечных клещей и по стратиграфическим данным датируется X в. [Культура Биляра. 1985. С. 73]. Результаты металлографического анализа позволяют говорить о том, что зажимные губы клещей были откованы из заготовки, сваренной из двух полос – стальной высокоуглеродистой и полоски неравномерно науглероженной сырцово-стали. Небольшой участок сорбитовой микроструктуры на шлифе свидетельствует об охлаждении клещей в теплой воде, вероятно, во время кузнечных работ вместе с охлаждаемой поковкой. А рукоять клещей была откована из полос железа и высокоуглеродистой стали.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ БЫТА И ОРУДИЙ РЫБОЛОВНОГО ПРОМЫСЛА

Технология изготовления предметов быта исследована на примере 11 кресал, 5 швейных игл, 5 шильев, 3 крюков, 3 дверных пробоев, 2 скоб, 2 косырей, 1 светца, 5 ножниц, 2 гирек для безменов, трех рыболовных крючков, 1 гарпуна и 1 пешни.

КРЕСАЛА. Исследованные металлографически кресала относятся к различным типам. Четыре кресала (№№ 130, 131, 132, Биляр, рис. 60; № 1616, Муромский городок, рис. 63) относятся к типу 1а – калачевидным с язычком в середине ударного лезвия [Культура Биляра, 1985. С. 123]. По аналогии с новгородскими археологическими материалами этот тип кресал датируется X – началом XII вв. [Колчин Б.А., 1982. С. 99]. Кресала №№ 128, 129 (Биляр,

рис. 60) и №№ 1657, 1659 (Муромский городок, рис. 63) относятся к типу 1Б – калачевидным без язычка [Культура Биляра, 1985. С. 126]. Они датируются XII в. [Колчин Б.А., 1959. С. 99]. Кресало № 34 (Биляр, рис. 60) относится к типу 2 – овальным двулезвийным с овальным или фигурным вырезом.

Как показали металлографические анализы, технология изготовления кресал была различной. Семь экземпляров кресал (№№ 129, 130, 131, 132, Биляр, рис. 60; №№ 1656, 1659, 1660, Муромский городок, рис. 63) были откованы из цельносталей заготовок. Кресало № 1660 изготовлено из высококачественной стали с последующей резкой закалкой. Кресало № 1656 отковано из заготовки, сваренной из нескольких полосок стали с различным содержанием углерода. Это кресало подверглось мягкой закалке. Кресало № 1659 изготовлено из очень высокоуглеродистой стали с эвтектоидным содержанием углерода. Металл очень хорошо прокован и освобожден от шлаковых включений. Кресало подверглось резкой закалке [Толмачева М.М., 1982. С. 58].

Резкую закалку с образованием мартенситовой микроструктуры на рабочей грани прошли кресала №№ 131 и 132 (Биляр). Из высокоуглеродистой цельносталей заготовки с последующей резкой закалкой на мартенсит было отковано кресало № 129 (Биляр). Одно кресало (№ 134, Биляр, рис. 60) было отковано из неравномерно науглероженной стальной заготовки. Следов термообработки на этом кресале не обнаружено. В технологии трехслойного пакета было изготовлено кресало № 1658 (Муромский городок, рис. 63). Здесь в центре шлифа с выходом на его рабочую грань идет зона стальной мартенситовой микроструктуры, содержащей участки феррита. А по краям шлифа располагаются полосы кричного железа. Кузнечная сварка была выполнена с различным качеством. Один сварочный шов чистый, светлый, а другой засорен шлаковыми включениями. Кресало № 1657 (Муромский городок, рис. 63) было отковано в технологии наварки стальной высокоуглеродистой пластиночки на основу из кричного железа. Это кресало прошло термообработку – резкую закалку, после чего на его рабочей грани образовалась мелкоигльчатая троостито-мартенситовая структура. Кузнечная сварка на этом кресале была выполнена качественно.

В технологии боковой наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из кричного железа было изготовлено также кресало № 128 (Биляр, рис. 60). Оно прошло термообработку – резкую закалку на мартенсит. Кузнечная сварка здесь также была выполнена умело.

ИГЛЫ с Билярского городища, прошедшие металлографическое исследование, различаются своими размерами. Экземпляр иглы № 135 – малая швейная, а иглы № 143, 144, 145 и 146 (рис. 60) – большие, служившие, очевидно, для сшивания кожи [Культура Биляра, 1985. С. 61]. Микроструктурными исследованиями установлено, что иглы были изготовлены с применением двух технологических схем. Две иглы (№№ 135 и 143) были откованы из цельносталей высокоуглеродистых заготовок и подверглись мягкой закалке. Из цельносталей неравномерно науглероженной заготовки была откована игла № 146. На шлифе наблюдается феррито-перлитовая структура. Две иглы (№№ 144 и 145) были откованы из заготовок сырцово-неравномерно науглероженной стали.

ШИЛЬЯ, прошедшие металлографическое исследование, – с округлым рабочим краем и широким плоским черешком (№№ 112, 113, 114, 115, 116, Биляр, рис. 60) [Культура Биляра, 1985. С. 61]. Технология их изготовления была различной. Наиболее просто были откованы два шила – №№ 114 и 115 – из неравномерно науглероженной сырцовой стали. На рабочем крае шила № 112 наблюдается технологическая схема сварки трех отдельных высокоуглеродистых полосок металла. В центре шлифа идет полоса феррито-перлитовой структуры, а по краям – зоны стальной закаленной сорбитовой структуры. Качество кузнечной сварки в данном случае было хорошим. На двух экземплярах шильев (№№ 113 и 116) зафиксирована наварка стальных высокоуглеродистых пластинок. На шиле № 113 стальная наварная пластинка приварена на основу из кричного железа, а на шиле № 116 пластинка была наварена на основу, откованную из пакетного металла. Шило № 116 подверглось мягкой закалке. Операция кузнечной сварки на этих шильях была выполнена качественно.

ВИЛКИ. В коллекции с Билярского городища представлены два экземпляра крупных двузубных железных вилок длиной до 40 см – №№ 241 и 242 (рис. 60). Рукояти вилок представляют собой длинные стержни из крученого дрота и заканчиваются загнутыми колечками.

Эти вилки, очевидно, являлись предметами кухонной утвари и могли применяться для извлечения мяса из котлов.

Металлографические анализы показали, что вилки были изготовлены по-разному. Вилка № 241 была откована из заготовки, пакетованной из стальных высокоуглеродистых и железных полос металла. Кузнечная сварка при этом была выполнена качественно. На одном участке шлифа наблюдается зона закаленной мартенситовой структуры. Вероятно, вилка побывала в зоне высокой температуры, а затем была опущена в воду (в котел?), в результате чего произошла непреднамеренная резкая закалка.

Металлографический анализ рукоятки вилки № 242 показал, что она была откована из кричного железа. При изготовлении обеих вилок в процессе формовки их рукоятей кузнецы использовали прием горячего кручения металла, что придавало изделию значительно большую прочность, а также служило приемом художественного оформления изделия.

КРЮКИ. Аналогичное функциональное назначение, вероятно, имел и двузубый крючок № 154 (Биляр, рис. 60), у которого рабочая часть состоит из двух загнутых крючков, соединенных в один стержень-рукоять с заостренным концом. По данным металлографического анализа, крючок был откован из заготовки кричного железа. Предположительно, для подвешивания мяса служили два крупных крючка с загнутыми концами для вбивания в деревянные конструкции помещений – №№ 1614 и 1670 (Муромский городок, рис. 639). Металлографические анализы показали, что эти крючки были откованы из заготовок неравномерно науглероженной сырцово-стали.

ГВОЗДИ, СКОБЫ. Для соединения разнообразных деревянных конструкций в строительном деле болгарские мастера использовали различные гвозди, скобы, костыли.

Микроструктурно исследованы два гвоздя (№ 133, Биляр, рис. 60; № 9, Муромский городок, рис. 63). Установлено, что гвоздь № 9 был откован из кричного железа, а гвоздь № 133 (Биляр) – из неравномерно науглероженной сырцово-стали.

Скобы №№ 232 и 239 (Биляр, рис. 60) были откованы из заготовок неравномерно науглероженной сырцово-стали. При этом скоба № 239 ковалась с применением операции кузнечной сварки. Скоба № 232, вероятно, была охлаждена в холодной воде, отчего в отдельных углеродистых участках на этом шлифе наблюдаются включения мелкодисперсной мартенситовой микроструктуры.

ПРОБОИ. Дверные пробои (№№ 235 и 236, Биляр, рис. 60; № 1666, Муромский городок) были откованы из различных заготовок. Пробой № 236 из кричного железа, а пробой № 235 – из пакетованных полос кричного железа и неравномерно науглероженной сырцово-стали. Кузнечная сварка при изготовлении пробоя № 235 была выполнена качественно. Пробой № 1666 был откован из двухполосной заготовки, сваренной из железа и сырцово-стали.

КОСЫРИ – крупные тесаки с прямой спинкой и скошенным к спинке лезвием, трубобразно согнутой из раскованной плоскости рукояткой (№№ 243, 244, Биляр, рис. 60). Подобные косыри еще в середине XX века применялись в домашнем быту в России для скобления деревянных некрашенных полов.

Аналитически установлено, что оба косыря были откованы из кричного железа с последующей цементацией одного края лезвия.

СВЕТЦЫ. В быту волжских болгар для освещения помещений наряду с керамическими жировыми светильниками применялись также светцы, в развилка которых вставлялись лучины. Один такой светец с Билярского городища был исследован металлографически (№ 233, рис. 60). Он представляет собой квадратный стержень с четырьмя хвостобразными ответвлениями для зажима лучины. Из результатов внешнего осмотра видно, что светец был изготовлен способом кузнечной сварки воедино четырех отдельных прутков. Анализ показал, что один из таких прутков был также сварен из двух половинок металлических заготовок – из полоски кричного железа и неравномерно науглероженной сырцово-стали. Кузнечная сварка при изготовлении светца была выполнена качественно.

НОЖНИЦЫ. Микроструктурно исследованные ножницы относятся ко 2-му типу – шарнирным (№№ 44, 152, 153, Биляр, рис. 60; № 1598, Муромский городок, рис. 63). Ножницы были изготовлены с применением различных технологических схем. Из простого кричного железа были откованы ножницы № 152. На шлифе наблюдается мелкозернистая ферритная структура. Из заготовки, сваренной из полос кричного железа и высокоуглеродистой стали

были откованы ножницы № 44. Кузнечная сварка при изготовлении этих ножниц была выполнена удовлетворительно.

Анализ ножниц № 1598 показал, что лезвие плохой сохранности, сохранились только спинка и средняя часть клинка. Установлено, что лезвие их было отковано из заготовки пакетного металла, в основном из полос железа. В технологии наварки среднеуглеродистой стальной пластины на железную основу были изготовлены ножницы № 153. Кузнечная сварка при изготовлении ножниц была выполнена качественно.

ГИРЬКИ. Из предметов торгового инструментария микроструктурно был исследован металл двух гирек кубической формы (№№ 221 и 222, Биляр, рис. 60), которые относятся к I-му типу [Культура Биляра, 1985. С. 106]. По данным анализов, гирьки были откованы из неравномерно науглероженной сырцово-стали.

РЫБОЛОВНЫЕ КРЮЧКИ (№№ 125, 126, 127, Биляр) относятся ко 2-му типу – с бородкой, но без петли [Культура Биляра, 1985. С. 34]. Металлографические анализы показали, что крючки были изготовлены из различных заготовок. Из неравномерно науглероженной сырцово-стали был откован крючок № 127 (рис. 60). Из цельноостальной высокоуглеродистой заготовки был откован крючок № 126 (рис. 62). А крючок № 125 (рис. 60) был изготовлен наваркой среднеуглеродистой стальной пластины на железную основу. Отмечено высокое качество кузнечной сварки на этом крючке.

ГАРПУН. К орудиям рыболовства относится большой двузубый гарпун, приспособленный для охоты на крупную рыбу в период нереста (№ 18, Биляр, рис. 60). Гарпун был откован из заготовки обычного кричного железа. На заключительном этапе егоковка проводилась при пониженных температурах, о чем свидетельствует мелкозернистая ферритная структура.

ПЕШНЯ – орудие с раструбовидной втулкой и прямоуглобно опускающимся клиновидным лезвием (№ 30, Биляр, рис. 60). Пешня, очевидно, использовалась для пробивания льда во время зимней рыбной ловли. Металлографически определено, что она была откована из заготовки простого кричного железа.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ

Технология изготовления сельскохозяйственных орудий была прослежена на результатах 27 металлографических анализов пяти серпов, семи кос, трех наральных, одного сошника, двух плужных лемехов, двух плужных резаков и десяти тесел-мотыжек.

СЕРПЫ. Целые экземпляры серпов с Билярского городища относятся к 1-му типу, по классификации Н.А. Халикова т. е. с длиной клинка в пределах 20–35 см и высотой дуги лезвия от 1/2 до 1/3 от рабочей части (№№ 140 и 247, рис. 64) [Культура Биляра, 1985. С. 20]. Вероятно, к этому же типу должен быть отнесен серп № 1599 из Муромского городка, а серпы №№ 1637 и 1668 с этого же памятника вследствие их фрагментарной сохранности типологической обработке не поддаются (рис. 64).

Аналитически установлено, что два экземпляра серпов (№№ 247, Биляр, рис. 62) и фрагмент серпа № 1668 (Муромский городок, рис. 64) были откованы из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-стали. На серпе № 1668 на лезвии местами сохранилась насечка. Этот серп прошел термообработку, на что указывает крупноигльчатая мартенситовая микроструктура, содержащая кое-где крупные участки феррита, что может свидетельствовать о неполном восприятии закалки этим изделием.

Из малоуглеродистой стали хорошего качества было отковано лезвие серпа № 1637. На шлифе наблюдается мелкодисперсная феррито-перлитовая структура с содержанием углерода 0,1–0,25%. Перлитобразный сорбит указывает на закалку серпа в мягкой закалочной среде.

Из заготовки пакетного металла, сваренной из трех отдельных полосок кричного железа и одной из сырцово-стали был откован серп № 140 (Биляр).

Оригинальным способом был изготовлен серп № 1599 (Муромский городок, рис. 64) – при помощи клепаного соединения из трех отдельных частей: 1) рукоятки серпа, 2) дугообразной основы лезвия, 3) лезвийной рабочей пластины, выходящей на режущую грань. Микроструктурный анализ показал, что основа серпа была изготовлена из сырцово-стали, а на рабочую

грань серпа была приклепана стальная высокоуглеродистая пластина, в которой после резкой закалки образовалась мелкоигльчатая мартенситовая структура.

КОСЫ. Исследованные экземпляры кос (№№ 156, 159, 246, Биляр, рис. 62; №№ 1619, 1609, Муромский городок, рис. 64) относятся к 1-му типу [Культура Биляра, 1985. С. 20]. Два фрагмента кос (№№ 1596 и 1635, Муромский городок, рис. 64) типологически неопределимы.

Технология изготовления кос оказалась различной. В самой простой технологии – из простого кричного железа была изготовлена коса № 1596. Для ее поковки была использована плохо прокованная и сильно засоренная шлаками заготовка металла.

Один экземпляр косы (№ 1635, Муромский городок) был изготовлен из кричного железа с последующей цементацией и резкой закалкой лезвия изделия. М.М. Толмачева справедливо полагает, что цементовалось готовое изделие, а не заготовка [Толмачева М.М., 1982. С. 62].

Из пакетных заготовок были откованы косы № 246 (Биляр, рис. 62) и № 1609 (Муромский городок, рис. 64). Коса из Биляра подверглась резкой закалке, о чем свидетельствует мелкоигльчатая мартенситовая структура на острие выше к спинке шлифа, переходящая в сорбит и в феррито-перлит. Коса № 1635 (Муромский городок, рис. 64) была откована из пакетной заготовки, сваренной из нескольких полос кричного железа и малоуглеродистой стали. Предположительно, в данном случае имела место утилизация металлолома.

Три косы (№ 1619, Муромский городок и №№ 156, 159, Биляр) были изготовлены в технологии вварки стальной специально приготовленной лезы в основу из кричного железа или из сырцово-стали. Все они прошли термообработку. Косы №№ 1619 и № 159 подверглись резкой закалке, а № 156 – мягкой. Качество кузнечной сварки на всех трех косах хорошее.

ПЛУЖНЫЕ РЕЗАКИ – чересла предназначались для разрезания дерна на тяжелых плугах типа сабана. Два исследованные металлографически плужных резака происходят с Билярского городища (№№ 155 и 245, рис. 62). Оба экземпляра относятся к единственному 1-му типу, выделенному среди древностей домонгольской Волжской Булгарии [Культура Биляра, 1985. С. 16].

Металлографически установлено, что оба чересла были изготовлены с учетом условий их эксплуатации. Лезвие чересла N 155 было отковано из кричного железа с последующей локальной цементацией рабочей грани орудия, а чересло № 245 изготовлено в технологии наварки стальных пластин на основу из кричного железа с обеих сторон рабочей грани. В данном случае кузнечная сварка была выполнена некачественно.

НАРАЛЬНИКИ. Технология изготовления наральников – пахотных орудий прослежена на примере трех экземпляров, происходящих с Билярского городища и Муромского городка (№ 10, Биляр, рис. 62 и №№ 1589, 1590, Муромский городок, рис. 64). Предположительно, орудиями такого рода снабжались подошвенные рала. Два наральника с Муромского городка были найдены вместе. Лезвие одного было вставлено в раструб другого.

Наральники по данным металлографии были изготовлены с применением двух различных технологических схем. Однотипная технология наблюдается на орудиях с Муромского городка. Они были откованы из заготовок, сваренных из нескольких железных полос, а затем их рабочие части подверглись односторонней поверхностной цементации с последующей резкой закалкой. Наральник № 10 (Биляр) был откован из пакетованной заготовки, сваренной из стальных и железных полос. Вероятно, кузнец допустил перегрев изделия, отчего на режущей грани орудия осталась только железная структура. Отмечено некачественное выполнение кузнечной сварки при изготовлении этого экземпляра наральника.

СОШНИКИ – металлические наконечники, надеваемые на деревянное развиле рассохи сохи. Экземпляр сошника № 141 (Биляр, рис. 62) относится к типу 1 с выраженной асимметричностью [Культура Биляра, 1985. С. 16].

Аналитически установлено, что сошник был откован из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-стали. Вероятно, он прошел операцию мягкой закалки, на что указывает участок сорбитовой структуры на шлифе.

ЛЕМЕХИ. Металлографически исследован металл двух лемехов наконечников, надеваемых на ползун тяжелых плугов типа сабана. Из них один фрагмент трубицы лемеха (№ 1671, Муромский городок, рис. 64), другой – целый экземпляр № 157 (Биляр, рис. 62). Лемех № 157 по типологической схеме Н.А. Халикова относится к типу 1 – с выраженной симметричностью [Культура Биляра, 1985. С. 16].

Микроструктурными исследованиями установлено, что трубица лемеха № 1671 была откована из кричного железа. Другой экземпляр лемеха (№ 157) был откован наваркой V-образной стальной высокоуглеродистой пластины на основу из неравномерно науглероженной стали. Лезвие лемеха подверглось термообработке – мягкой закалке, в результате чего в наварной пластине образовался сорбитообразный перлит, а выше, в основном теле лемеха местами, наблюдаются участки сорбита. Кузнечная сварка в данном случае была выполнена качественно.

МОТЫЖКИ являлись основными ручными почвообрабатывающими инструментами волжских болгар. Исследован металл с десяти тесел-мотыжек. Мотыжки подразделяются на два типа: 1) орудия с вертикальной трубицей, имеющей несомкнутые края (№№ 2, 6, 29, 46, Биляр, рис. 62; №№ 1610, 1611, 1612, 1636, 1669, Муромский городок, рис. 64); 2) орудия с горизонтальной трубицей и обухом (№ 9, Биляр, рис. 62).

Микроструктурно выявлено два варианта технологии изготовления мотыжек. Первая технологическая группа представлена орудиями, откованными из обычного кричного железа или мягкой сырцово-стали. Из железа оказались изготовленными мотыжки №№ 2, 9, 29 (Биляр) и №№ 1636, 1669 (Муромский городок). Из сырцовой неравномерно науглероженной стали откована мотыжка № 9 (Биляр). Дляковки мотыжки № 2 была использована пакетная заготовка, сваренная из пяти отдельных железных полосок. Качество кузнечной сварки было очень невысоким. Заготовки мотыжек №№ 1636 и 1669 были очень тщательно прокованы, металл на них чистый.

Пять мотыжек (№№ 6, 46, Биляр; №№ 1610, 1611, 1612, Муромский городок) были откованы из заготовок пакетного металла. При этом заметно стремление мастеров, ковавших эти изделия, вывести на рабочий край орудия стальные зоны. Мотыжки №№ 1610, 1612 прошли термообработку – мягкую закалку, после чего в металле образовались структуры сорбита и сорбитообразного перлита.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВООРУЖЕНИЯ, СНАРЯЖЕНИЯ КОНЯ И КОНЕВОДСТВА

Технологию изготовления предметов вооружения рассмотрим на примере 57 наконечников стрел, 7 наконечников копий и пик, 1 втока, 1 булавы, 2 спусковых крючков для арбалетов, 1 «чеснока» (рис. 59; 62; 63).

НАКОНЕЧНИКИ СТРЕЛ. На памятниках волжских болгар как домонгольского, так и золотоордынского периодов, наконечники стрел являются одной из самых массовых находок железных изделий, что является свидетельством широкого распространения у них такого оружия дальнего боя, как лук. Иногда в поселенческих и погребальных материалах находят отдельные детали от луков – костяные пластины, колчаные крючки [Культура Биляра, 1985. С. 132, табл. XLV; С. 142, табл. XLVIII]. Поэтому можно предположить, что среди кузнецов Волжской Булгарии были мастера, которые наряду с другой продукцией специализировались и на изготовлении наконечников стрел для луков. В этой связи представляет интерес исследование технологии изготовления наконечников стрел, происходящих как с памятников сельского типа, так и из городских центров. Технология изготовления наконечников стрел с болгарских домонгольских поселений рассмотрена нами выше. Здесь мы остановимся на продукции с городищ Волжской Булгарии – столичного города Биляра и периферийного города – Муромского городка.

Исследованные наконечники стрел относятся к разным типам. Все они отнесены к разделу Б – черешковым [Культура Биляра, 1985. С. 145]. Среди них выделяются 3 группы: 1) трехлопастные, 2) плоские, 3) граненые. Микроструктурными анализами установлено, что болгарские мастера применяли 7 технологических схем при изготовлении наконечников стрел. Основная масса наконечников (41 экз.) были откованы из обычного кричного железа и сырцовой неравномерно науглероженной стали. При этом из железных заготовок было отковано 30 наконечников, а из сырцово-стальных – 11 экземпляров.

Из кричного железа были откованы 12 наконечников из Муромского городка (№№ 1621, 1622, 1623, 1626, 1627, 1628, 1629, 1630, 1631, 1632, 1672, рис. 63) [Толмачева М.М., 1982.

С. 58] и 18 наконечников с Билярского городища (№№ 168, 169, 171, 176, 177, 181, 187, 190, 192, 195, 197, 201, 205, 209, 210, 213, 214, 215, рис. 61).

Из неравномерно науглероженной стали были изготовлены 11 наконечников с Билярского городища – №№ 167, 170, 174, 179, 180, 188, 193, 194, 202, 203, 204 (рис. 61). В процентном соотношении цельножелезные наконечники и из мягкой сырцово-стали составляют 71,92%. Реже встречаются наконечники стрел, откованные из цельностальных заготовок – 7 экземпляров. Характерно, что все они происходят с Билярского городища: №№ 164, 165, 166, 182, 183, 184, 186 (рис. 61). На Муромском городке наконечников стрел с этой технологией не обнаружено.

Другая характерная особенность наконечников из цельностальных заготовок состоит в том, что конечной операцией при их изготовлении была термообработка. Только один наконечник (№ 184) не прошел термообработку. На трех наконечниках стрел (№№ 164, 182 и 183) наблюдаются следы резкой закалки, а на остальных – мягкой. О мягкой закалке свидетельствует сорбитовая структура. Такая зависимость между стальными заготовками и дальнейшей термообработкой готовых наконечников стрел свидетельствует о целенаправленном и преднамеренном стремлении кузнецов отковать такие изделия, которые превосходили бы по своим характеристикам железные или из мягкой сырцово-стали. Данная технологическая группа наконечников составила среди исследованных 12,28%.

На пяти наконечниках стрел была выявлена технологическая схема пакетного металла: №№ 1624, 1625 (Муромский городок, рис. 63) и №№ 185, 189, 213 (Биляр, рис. 61). На пакетованных наконечниках стрел из Муромского городка полосы кричного железа (феррита) чередуются с полосами малоуглеродистой стали с таким расчетом, что сталь выходит на режущую боевую кромку стрел.

Пакетованные наконечники Биляра ковались из многих полос кричного железа и среднеуглеродистой стали, а также из полос кричного железа. А наконечник № 213 был откован из нескольких полосок железа и одной полоски малоуглеродистой стали.

Группа пакетованных наконечников стрел в исследованной коллекции составляет 8,77%. Четыре оставшиеся технологические группы наконечников стрел представлены единичными экземплярами. На наконечнике № 167 из билярской коллекции отмечены следы цементации. Наконечник № 196 сохранил следы технологии близкой к трехслойному пакету. В центре шлифа проходит полоса стальной перлитовой структуры. Эта полоса, в свою очередь, была сварена из двух отдельных частей. По краям боевой грани наконечника стрелы располагаются полосы кричного железа с повышенной микротвердостью феррита – 236–254 кг/мм².

В технологии боковой наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из кричного железа был откован наконечник № 198 (Биляр, рис. 61). Микротвердость феррита основы наконечника также повышенная – 54 кг/мм². Этот наконечник подвергся резкой закалке на мартенсит.

Из заготовки, сваренной в технологии двухполосной сварки был откован наконечник № 208 (Биляр, рис. 61). Его заготовка была сварена из стальной высокоуглеродистой и простой железной полосок металла. В пограничной зоне сварочного шва наблюдается структура феррито-перлита. Этот наконечник прошел термообработку – мягкую закалку. Четыре последние технологические группы исследованных наконечников стрел составляют в коллекции по 1,75%.

Оценивая качество выполнения кузнечно-сварочных работ на наконечниках стрел из Биляра, отметим, что в четырех случаях оно определено нами как высокое, в одном случае – удовлетворительное и в двух – как низкое. При проведении термической закалки наконечников стрел кузнецы Билярского городища в равной степени активно использовали как резкую, так и мягкую закалку. При этом в одном случае была зафиксирована локальная резкая закалка.

Типологические и стратиграфические данные наконечников стрел Биляра позволяют сделать некоторые выводы о хронологии выявленных технологических схем наконечников. Так, мы считаем, что наконечники, откованные из простого кричного железа бытовали у волжских булгар в пределах IX – первой половины XIII вв., а из сырцово-стали также и в XIV в. Цельножелезные наконечники датируются типологически с IX по XIV вв. Из них закаленные относятся к более позднему времени – XII–XIV вв. Наконечники, изготовленные в технологии пакетования, датируются IX–XIV вв. X веком можно датировать наконечник из двухполосной железо-стальной заготовки. А технология боковой наварки стальной пластинки на железную

основу может быть датирована с первой половины XIII в. по XIV в., что, в целом, совпадает по времени с использованием этой технологии на ножах Волжской Булгарии.

НАКОНЕЧНИКИ КОПИЙ И ПИК. Технологияковки копий и пик изучена на примере 7 экземпляров. Наконечники копий и пик относятся к различным типам. Из них два наконечника происходят из Муромского городка (№№ 1615 и 1617, рис. 63) и пять наконечников – с Билярского городища (№№ 215, 216, 217, 218, 20, рис. 60).

Все микроструктурно исследованные наконечники копий – втульчатые. К типу 1 – с пером вытянуто-треугольной формы отнесены наконечники копий №№ 220, 215 (Биляр, рис. 60) и № 1615 (Муромский городок, рис. 63). Среди них выделяются варианты: А) с ромбическим сечением пера (№ 220, Биляр), Б) с линзовидным сечением пера (№ 215, Биляр) и № 1615 (Муромский городок). Наконечники этого типа были широко распространены у народов Восточной Европы в X–XIII вв. При этом тип 1а был более характерен для XII–XIII вв. [Культура Биляра, 1985. С. 179].

Наконечники №№ 216, 217, 218 (Биляр, рис. 60) и № 1617 (Муромский городок, рис. 63) относятся к типу 3 – с узким четырехгранным пером (пики). Все они относятся к одной разновидности – а) с ромбическим или прямоугольным сечением. Наконечники таких копий были характерны для X–XIII вв. [Культура Биляра, 1985. С. 180].

Микроструктурные исследования показали, что наконечники копий и пик, происходящие из городских центров Волжской Булгарии, изготавливались с применением трех технологических схем: 1) из обычного кричного железа и мягкой сырцово-неравномерно науглероженной стали, 2) из кричного железа с последующей цементацией рабочей грани, 3) из цельносталльной заготовки. Из кричного железа были откованы три наконечника копий: №№ 1615 Муромский городок) и №№ 215 и 218 (Биляр). Из мягкой сырцовой стали был откован наконечник копья № 1617.

В технологии цементации были откованы наконечники копий №№ 216 и 217 (Биляр). Основа копий состояла из феррита, а на краях боевых граней присутствуют стальная средне- и высокоуглеродистая структуры. Цементация на этих копьях, вероятно, носила локальный характер.

Из однородной высокоуглеродистой цельносталльной заготовки был откован наконечник копья № 220 (Биляр). Более или менее определенно о времени применения технологийковки наконечников копий и пик можно сказать только то, что цельносталльные наконечники в Волжской Булгарии применялись в XII–XIII вв., а цельножелезные и цементованные – в X–XIII вв.

ВТОК. Металлографически был исследован вток от копья – № 1600 (Муромский городок, рис. 63). Аналитические данные свидетельствуют о том, что вток был откован из сырцовой стали.

БОЕВОЙ НОЖ. Микроструктурно исследована технология изготовления большого боевого ножа – скрамасакса (№ 219, Биляр, рис. 60). Аналитически было установлено, что скрамасакс был изготовлен из заготовки, где между двумя железными полосами с выходом на режущую грань лезвия была вварена железная леза. Технологическая схема вварки стальной лезы в железную основу ножей была довольно типична для ножей Биляра. Но в данном случае кузнец, вероятно, допустил ошибку в подборе материала и вместо стальной лезы вварил железную. Поэтому данный нож получил такие же низкие эксплуатационные качества, что и железные. Кузнечная сварка однородного металла была выполнена качественно.

«**ЧЕСНОК**» – четырехзубая рогатка, применявшаяся для борьбы с конницей противника (№ 230, Биляр, рис. 60). Металлографические данные свидетельствуют о том, что «чеснок» был откован из сырцовой неравномерно науглероженной стали. При изготовлении «чеснока» была применена операция кузнечной сварки.

ПЕРЕКРЕСТИЕ САБЛИ, относящееся к типу 1 – ладьевидным с ромбическим боковым расширением в середине (№ 172, Биляр, рис. 60) по данным микроструктурного анализа было отковано из простого кричного железа с повышенной микротвердостью – 221–274 кг/мм². При его изготовлении применялись операции кузнечной сварки, осадки, прошивки и другие. Такой тип перекрестий сабель бытовал в XI–XIII вв. [Культура Биляра, 1985. С. 178].

БУЛАВА из Биляра (№ 121 рис. 60), по классификации А.Н. Кирпичникова, относится к типу 2 – в виде куба со срезанными углами. Стратиграфически и по аналогиям она датируется XII–XIII вв. [Культура Биляра, 1985. С. 184]. Микроструктурно определено, что булава целиком была изготовлена из высокоуглеродистой специально приготовленной стали с последующей

закалкой, в результате чего образовалась сорбитовая структура. На участках внешней поверхности булавы сохранились отдельные зоны феррито-перлита.

СПУСКОВЫЕ АРБАЛЕТНЫЕ КРЮЧКИ. Два предмета – №№ 234 и 240 (Биляр, рис. 60) в археологии волжских булгар традиционно относились к числу предметов неопределенного назначения. По нашему мнению, они могут быть отнесены к числу предметов вооружения и выполняли функцию спусковых крючков для арбалетов. Это предположение подтверждается результатами наших экспериментальных работ, о чем было сказано выше во второй главе.

Металлографический анализ показал, что крючок № 234 был откован из обычного кричного железа. На заключительном этапе его ковка велась при пониженной температуре, о чем свидетельствует волокнистая феррито-перлитовая структура. Подобный способковки мог быть преднамеренным, так как волокнистая структура металла повышала эксплуатационные механические свойства изделия. Не менее целесообразным было изготовление крючка из цельностальной заготовки с последующей мягкой закалкой, что мы наблюдаем на шлифе с предмета № 240. Заготовка этого крючка была сварена из отдельных стальных высокоуглеродистых полосок. При этом кузнечная сварка была проведена некачественно, и сварочный шов разошелся. После мягкой закалки на изделии образовалась сорбитовая и трооститовая структуры. В металле изделия сохранились также отдельные участки незакаленной феррито-перлитовой структуры. При изготовлении спусковых крючков арбалетов кроме операций горячей и холоднойковки применялись пробивка металла, обрубка его зубилом и опиловка напильниками и надфилями.

Технологиюковки предметов снаряжения коня и коневодства рассмотрим на примере стремян, ледоходного шипа и скребницы.

СТРЕМЕНА. Микроструктурно были исследованы два экземпляра стремян – №№ 223 и 225 (Биляр, рис. 60). Стремя № 225 относится к типу 2 – арочным с хорошо выраженным подпрямоугольным ушком и шейкой [Культура Биляра, 1985. С. 202]. Подобные стремяна характерны для памятников салтово-маяцкой культуры и ранних булгар на Волге. Они выходят из употребления к IX в. Стремя № 225 было изготовлено из неравномерно науглероженной сырцовоустали. Стремя № 223 (Биляр) относится к типу 3 – кольцевидным [Культура Биляра, 1985. С. 202]. Отверстие для путалища было сделано в верхней части дужки и не выделяется в качестве самостоятельного выступа. Подножка занимает около половины высоты стремени, где она постепенно сужается и переходит в дужку. Этот тип стремян появился в X в. [Культура Биляра, 1985. С. 204]. Но они более характерны для памятников XII–XIII вв.

По результатам металлографического анализа стремя № 223 было изготовлено в технологии пакетования заготовки – из полос кричного железа и полосы высокоуглеродистой стали. Кузнечная сварка была проведена качественно. После окончанияковки стремя было охлаждено в теплой воде, отчего в стальной зоне образовались участки сорбитовой структуры.

СКРЕБНИЦА – инструмент для ухода за лошадьми (№ 142, Биляр, рис. 60). Она была откована из заготовки, пакетованной из полос неравномерно науглероженной стали и кричного железа. Кузнечная сварка была выполнена качественно.

КОНСКИЙ ЛЕДОХОДНЫЙ ШИП (№ 229, Биляр, рис. 60) был изготовлен из кричного железа со следами незначительного науглероживания.

Таковы основные особенности изготовления кузнечной продукции волжских булгар из городских центров домонгольского периода. Что касается показателей микротвердости, то их средние величины на образцах с Билярского городища таковы: феррит – 222 кг/мм², феррито-перлит – 272 кг/мм², сорбит – 372 кг/мм², троостит 410 кг/мм², и мартенсит – 739 кг/мм².

На Муромском городке микротвердость феррита варьирует в пределах 143–221 кг/мм² (наивысшая величина на анализе № 1595 составляет 295 кг/мм²). Микротвердость феррито-перлита составляет 181–295 кг/мм², сорбита – 221–350 кг/мм², и мартенсита – между 350–1290 кг/мм².

НАВЕСНЫЕ И ВРЕЗНЫЕ ЗАМКИ

Технология изготовления цилиндрических замков подробно рассмотрена во второй главе. Здесь же мы попытаемся дать обзор основных типов замков, встречающихся на памятниках Волжской Булгарии.

Среди продукции средневековых кузнецов и мастеров по обработке черного металла в технологическом отношении одной из наиболее сложных категорий продукции являлись пружинные навесные замки. Древнерусские замки в 1940-е – 1950-е годы были детально исследованы в работах Б.А. Рыбакова, Б.А. Колчина и Р.Л. Розенфельдта [Рыбаков Б.А., 1948; Колчин Б.А., 1953; 1959; 1982; Розенфельдт Р.Л., 1953], в которых были рассмотрены проблемы типологии замков, времени бытования различных типов, а также технологии их изготовления. Б.А. Колчин, изучивший значительную серию древнерусских замков, пришел к выводу об узкой специализации и выделении из общей массы кузнецов Древней Руси кузнецов-замочников. Это же было характерно и для железообрабатывающего ремесла Западной Европы. В Германии, например, такая узкая специализация нашла отражение в языке – название специалиста-замочника «Schlosser» и в настоящее время относится к одной из металлообрабатывающих профессий в производстве.

Накопление археологических материалов с памятников Волжской Булгарии еще в дореволюционное время показало, что среди болгарской кузнечной продукции в большом количестве встречаются навесные железные пружинные замки, имеющие близкие аналогии с древнерусскими. В конце 1940-х – начале 1950-х годов в работах общего характера по археологии Волжской Булгарии отмечаются достижения местных кузнецов-замочников. Дальнейшее накопление археологических коллекций, кузнечной продукции, в том числе и замков, привело к закреплению за одним из типов навесных замков – типом Е, по Б.А. Колчину, названия «булгарский». В настоящее время в различных собраниях и коллекциях, происходящих с памятников Волжской Булгарии, хранится несколько сотен замков, ключей и тысячи фрагментов от них.

Если древнерусские замки были предметом специальных исследований, то работы, в которых детально рассматриваются болгарские навесные замки, единичны. Среди них отметим статью О.В. Овсянникова [Овсянников О.В., 1971] и монографию Е.П. Казакова [1991]. О.В. Овсянников, подробно изучивший коллекции кузнечной продукции и публикации материалов широкого региона Евразии, пришел к выводу о том, что так называемые замки «булгарского» типа (рис. 66: 1) были хорошо известны за пределами Волжской Булгарии – в Древней Руси, Венгрии и Югославии, а в Средней Азии, в Пянджикенте, и в гораздо более раннее время – в VII–IX вв. [Овсянников О.В., 1971. С. 258-260].

К этому мы можем добавить, что пружинные замки типа «Е» по Б.А. Колчину были известны также на Дальнем востоке, у чжурчженей [Леньков В.Д., 1974]. А по сообщению американского кузнеца Ива Робинсона он видел замки аналогичной конструкции даже в Японии. Поэтому однозначно ответить на вопрос, откуда распространилась такая конструкция замков в настоящее время пока затруднительно.

Е.П. Казаков, рассматривая кузнечную продукцию с болгарских домонгольских селищ низовий Камы, уделил внимание многочисленным находкам навесных железных пружинных замков. Он предложил свой вариант типологии болгарских замков, которая в основном опирается на типологические разработки Б.А. Колчина. Что же касается типологических схем навесных замков, разработанных Б.А. Колчиным, то нужно сказать, что в его ранних работах конца 1940–1950-х годов даны общие схемы типологии замков, а в последних работах типология замков была более детализирована и уточнена с привлечением хронологических привязок Новгорода [Колчин Б.А., 1982].

Е.П. Казаков предлагает все замки волжских болгар делить на три большие группы: 1) железные навесные, 2) железные врезные, 3) бронзовые [Казаков Е.П., 1991. С. 70]. Наиболее значительную группу составляют навесные цилиндрические замки, которые, в свою очередь, делятся на две подгруппы: А – одноцилиндровые, Б – двухцилиндровые. Далее Е.П. Казаков предлагает выделять среди цилиндрических замков три отдела в зависимости от характера и места расположения отверстия для ввода ключа в цилиндр: 1 – с боковым отверстием для ввода ключа, 2 – с комбинированным нижнедонным вводом ключа, 3 – с нижне-

донным вводом ключа. Типология замков Новгорода, опубликованная в одной из последних работ Б.А. Колчина, на наш взгляд, несколько проигрывает из-за слишком дробного выделения самостоятельных типов замков на основании одного, пусть и очень важного морфологического признака – по форме и размещению отверстия для ввода ключа в цилиндр [Колчин Б.А., 1982.]. В этом отношении типологическая схема навесных замков Е.П. Казакова нам представляется более гибкой, хотя тоже не лишенной недостатков. Так, использование на практике схемы Е.П. Казакова приводит к тому, что разнотипные в сущности замки (например, типа Е и Д, по Б.А.Колчину), оказываются включенными в одну группу. А если такие замки к тому же имеют одинаковые отверстия для ввода ключей, то при формализованном описании они могут оказаться не различимы. Поэтому при описании навесных цилиндрических замков волжских булгар мы использовали типологическую схему Б.А. Колчина, параллельно привлекая разработки Е.П. Казакова.

При выделении большой группы одноцилиндровых замков мы имеем в виду, что у них имеются довольно существенные различия в конструкции запорных механизмов, а также в их размещении на корпусе замка. Если рассматривать всю совокупность навесных и врезных замков Волжской Булгарии и Древней Руси, то можно сделать вывод, что в Волжской Булгарии были известны в основном все типы замков, которые бытовали в Древней Руси. На домонгольских булгарских поселениях иногда встречаются фрагменты кубических замков, а также отдельные ключи к таким замкам (рис. 65: 1). По типологической схеме Б.А. Колчина, это замки типа А. Целые замки такого типа с территории Волжской Булгарии известны в коллекции В.И. Заусайлова. Хотя Е.П. Казаков при классификации навесных замков с булгарских селищ низовий Камы X–XIII вв. не упоминает о находках замков кубической формы, однако, ключи от таких замков представлены в коллекциях с Измерского I селища [Казаков Е.П., 1991. Рис. 29: 21–23] и с Семеновского I селища [Казаков Е.П., 1991, рис. 29]. Фрагмент кубического замка типа А происходит с Краснополянского селища в Старомайском районе Ульяновской области (рис. 65: 10). У замков типа А корпус всегда был кубической или трапециевидной формы с припаянным к одной из боковых стенок узким цилиндром, в который входил свободный конец дужки. Для ввода ключа в одной из трех боковых сторон корпуса кубического замка существовал Т-образный перевернутый вырез. Замок открывался с помощью лопаточковидного ключа, размеры и форма пазов которого соответствовали форме пружинного узла замка в сжатом состоянии. Ключи от замков типа А с булгарских селищ имеют от трех до четырех отверстий, предназначавшихся для сжатия пружин (рис. 65: 4–7).

По данным Б.А.Колчина, пружинные замки типа А известны среди древностей Приладожья, в Гнездовских курганах, на Сарском городище, в Новгородских и Владимирских курганах, на городищах Глазовского района и в других местах. Датируются замки этого типа IX–X вв. [Колчин Б.А. 1953., С. 155]. Тот факт, что находки кубических замков на территории Волжской Булгарии довольно редки и в основном происходят с прибрежных поселений Волги и Нижней Камы, дает основание предполагать, что они поступали сюда в результате торгового обмена из Древней Руси. Кубические замки типа А в Древней Руси из-за трудности их изготовления постепенно были вытеснены навесными цилиндрическими замками. В это время кубические замки исчезают и на памятниках волжских булгар.

Наиболее простыми среди замков Волжской Булгарии домонгольского периода являются изредка встречающиеся замки, изготовленные путем сгиба вдвое конической железной трубки с длинным стержневым округлым в сечении концом (рис. 66: 2). Отверстие трубки заканчивается пластинкой, имеющей прямоугольное отверстие для ввода запирающих пружин. Пружинный узел замка этого типа крепился на одном из концов восьмеркообразной пластины, противоположный конец которой, имеющей круглое отверстие, надевался на стержень. Эти замки Е.П. Казаков относит к типу 1А1 – навесным, железным, одноцилиндровым с боковым отверстием для ввода ключа.

Как видим из описания, этот тип замков изготовлен из конической, а не цилиндрической трубки, и потому уже не может быть отнесен к подгруппе А – одноцилиндровым замкам. Ключ в замок такого типа вводился через узкое боковое отверстие на конусовидном корпусе. И хотя подобных ключей пока не найдено, но мы можем представить его в виде узкого железного стержня с загнутым окончанием. Ключ другой формы не мог бы пройти в такое маленькое отверстие, которое имеется на замках. Пружинный узел на таких замках, вероятно, снабжался

только одной пружиной, расположенной со стороны отверстия для ключа, так как открыть замок с двумя пружинами с помощью примитивного ключа было сложно.

Близкую конструкцию имели замки, обозначенные Е.П. Казаковым типом 1А2 (рис. 66: 1). По Б.А. Колчину, это замки типа Е. На таких замках стержень припаян к нижней базе цилиндрического корпуса и идет параллельно ему. На замках типа 1А2 и пружинный узел, и входное отверстие для ключей были более сложными и многообразными и могли относиться ко всем отделам ввода ключа в цилиндр. В то же время ключи, предназначавшиеся для этих замков, могли ничем не выделяться в общей массе ключей от цилиндрических замков. Замки типа 1А2 довольно широко представлены в домонгольских коллекциях болгарских железных изделий. Именно эти замки получили в археологической литературе название «замки болгарского типа», так как на некоторых памятниках встречаются исключительно замки подобного типа. Среди замков с Муромского городка к этому типу отнесено 11 экземпляров, в коллекции с Билярского городища нами учтено 16 таких замков; 8 замков типа 1А2, опубликованных Е.П. Казаковым, происходят с домонгольских селищ X–XIII вв. низовий Камы. В Древней Руси этот тип замка широкого распространения не получил. Известно несколько экземпляров с Княжой Горы и с Девич-Горы [Колчин Б.А. 1953., С. 157]. В Изяславле замки этого типа составляют всего 2% от общей массы замков.

О.В. Овсянников отметил, что в Средней Азии (в Пенджикенте) подобные замки встречаются в слоях VII–IX вв. [Овсянников О.В., 1971]. Ареал распространения замков этого типа был весьма широк и простирался от Югославии, Венгрии (X–XI вв.) на западе и до Дальнего Востока (Шайгинское городище чжурчженей XI–XII вв. О.В. Овсянников пришел к выводу, что вероятным эпицентром распространения технической идеи замков типа Е, по Б.А. Колчину, была Средняя Азия. Он также поставил под сомнение тезис Р.Л. Розенфельдта о том, что цилиндрические замки более древние, чем кубические.

Специализированным замком, применяемым для стреноживания коня, был так называемый путный замок (тип 1А3, по Е.П. Казакову, тип Д по Б.А. Колчину) (рис. 66: 3). Б.А. Колчин так описывает устройство замков этого типа: «К одной стороне цилиндрического корпуса замка на маленькой скобе свободно прикреплена большая дужка. На другом плоско раскованном конце дужки имеется круглое отверстие. Этим концом дужка входит в вырез цилиндрического корпуса замка. Запирается дужка благодаря вдвиганию в дно корпуса пружинного устройства, которое, пройдя через круглое отверстие в дужке, автоматически запирается своими пружинами в корпусе. Чтобы отпереть подобный замок, нужно с другого конца корпуса вставить специальный ключ и сжать пружины» [Колчин Б.А. 1953., С. 156-157].

Характерно, что в Волжской Булгарии замки этого типа в значительном большинстве происходят с памятников сельского типа, где коневодство было более развито, чем в городах. Хотя остатки таких замков представлены в Болгарах, Биляре и на Муромском городке, но количественно они уступают замкам других типов. На Муромском городке мы отметили 2 экземпляра замков типа Д, в Биляре – 1 экземпляр. 7 экземпляров таких замков опубликовано Е.П. Казаковым с домонгольских болгарских селищ Нижней Камы. Этот тип замка был распространен на древнерусских поселениях.

В золотоордынское время подобные замки получили дальнейшее развитие. В конструкции замков типа 1А3 внутри рабочего цилиндра устанавливался запорный стержень, обвитый ленточной пружиной, которая давила на стержень, тем самым, запирая дужку замка (рис. 66: 4). С внешней стороны стержень выглядывал на 2 см и на нем была нарезана винтовая резьба, одинаковая с резьбой на трубчатом ключе. Для отпирания такого замка ключ навинчивался на резьбу стержня, доходил до упора в корпусе замка, в результате чего запор замка размыкался.

Однако наиболее многочисленную группу среди болгарских замков представляют висячие цилиндрические замки с двумя цилиндрами – большим и малым, соединенных между собой прямоугольной пластиной. По типологической схеме Е.П. Казакова двухцилиндровые замки обозначены 1Б1, 1Б2, 1Б3. По схеме Б.А. Колчина эти замки относятся к типу В. Наиболее простые замки этих типов можно обнаружить в материалах Муромского городка и Билярского городища. Размеры корпусов этих замков варьируют в пределах от 4 до 12 см при ширине корпуса большого цилиндра от 3 до 6,5 см. Часто встречаются отдельно корпуса таких замков, и отдельно – дужки. Корпуса двухцилиндровых замков почти всегда усилены узкими железными пластинами, которые в некоторых случаях охватывают большой цилиндр в несколько рядов несомкнутых колец, в других случаях – только вверху и внизу цилиндра, а на корпусе

большого цилиндра напаяны ряды узких вертикальных пластиночек, сочетающихся с рядами волнистых, что придавало изделиям довольно богатый и своеобразный облик (рис. 65: 3).

Среди замков типа 1Б, в зависимости от расположения и формы отверстия для ввода ключа выделяются три отдела – 1, 2 и 3. Находки замков типа 1Б1 с боковым Т-образным пазом, довольно редки. Замки этого типа Б.А. Колчин относил к X–XI вв. [46, с. 78]. В то же время на многих памятниках Волжской Булгарии домонгольского времени попадаются своеобразные ключи, которые относятся к цилиндрическим замкам с Т-образным пазом для ключа (рис. 65: 8–9). Ключи эти представляют собой стержень, заканчивающийся круглой пластиночкой с пазами для сжимания пружин. Количество таких пазов колеблется от 3 до 5. Подобные ключи имеются в коллекциях с болгарских селищ X–XIII вв. низовий Камы, на Муромском городке, с Билярского и Старомайнского городищ.

Наибольшее распространение на территории Волжской Булгарии в домонгольское время получили двухцилиндровые навесные замки с комбинированным донно-боковым вводом ключа (тип 1Б2 по Е.П. Казакову), (рис. 65: 3). Большинство ключей с домонгольских болгарских памятников относится к замкам с комбинированным вводом ключа. По новгородским материалам Б.А. Колчин датировал такие замки XII–XIII вв. [Колчин Б.А. 1982., С. 80–82].

Что же касается замков с донным вводом ключа (тип 1Б3 по Е.П. Казакову, тип В по Б.А. Колчину), то количество их находок на территории Волжской Булгарии немногочисленно. Один такой замок нам известен из коллекции Биляра, другой происходит с Старокуйбышевского IV селища. Еще один замок этого типа известен с Краснополянского селища.

В золотоордынское время двухцилиндровые замки получили дальнейшее развитие в направлении усложнения конструкции ввода ключа в корпус. В коллекции с Болгарского городища имеется один замок, в нижней части большого цилиндра которого напаяна круглая пластина с круглым отверстием в центре и спиральным вводом ключа (рис. 69: 1). Ключ для этого замка должен был иметь форму отрезка спирали с центральным стержнем и пазами, соответствующими пружинам. Замки с таким вводом ключа представляли большие сложности для их открывания с помощью отмычек. Однако еще в домонгольское время на основе двухцилиндровых замков болгарские мастера разработали вариант замка, в котором дужка, заканчивающаяся с обоих концов пружинными узлами, вводилась в единый корпус, имеющий в плане грушевидную форму. Находка одного фрагментированного замка такого типа имеется в коллекции с Билярского городища (рис. 66: 5). Некоторую аналогию такому замку мы находим в кузнечных изделиях из Новгорода и с Княжой Горы, которые Б.А. Колчин относит к типу Г (Колчин Б.А. 1953., С. 154, рис. 127). Отличие их от Билярского замка состоит в том, что пружинный узел на древнерусских замках расположен только с одной стороны дужки. Вероятно, билярский замок этого типа открывался с помощью двух ключей, которые вводились в корпус с двух сторон дужки.

Для создания более полной типологической классификации навесных пружинных замков как Волжской Булгарии, так и с других территорий, необходимо учитывать максимальное количество признаков, в том числе и количество пружинных узлов на запорных пластинах (тип 1А1, 1А2) или на дужках (типы 1Б1, 1Б2, 1Б3). В таком случае возможно выделение вариантов замков различных типов.

Дополнительную информацию для получения таких признаков мы можем извлечь при внимательном анализе ключей от пружинных замков. Только по одним ключам можно установить, каким было отверстие для ввода ключа на корпусе замка, сколько пружинных узлов было на запорном механизме, а часто и определить, сколько пружин было установлено на нем. Так, например, из 52 учтенных нами ключей из коллекции Билярского городища 27 ключей предназначались для замков с одним пружинным узлом (рис. 69: 1), 16 ключей предназначались для замков с двумя пружинными узлами (рис. 69: 2). И только 3 ключа из Биляра относились к замкам с тремя пружинными узлами (рис. 69: 6). О преобладании замков с одним пружинным узлом в домонгольских городах Волжской Булгарии свидетельствует также анализ кузнечной коллекции с Муромского городка. Однако многие крупные замки типа А (по Е.П. Казакову) с Билярского городища имели по 2–3 пружинных узла, снабженных соответственно четырьмя-шестью пружинами. На основании анализа ключей часто можно установить минимальную высоту корпуса замка. На многих ключах, например, имеется расширение стержня, расстояние от которого до рабочей площадки ключа является минимально возможной высотой корпуса замка. Судя по ключам из Муромского городка, эта высота колебалась от 5 до 11 см. На Му-

ромском городке преобладали замки, снабженные двумя пружинами (16 экз.). Замков с одной пружиной здесь отмечено 2 экземпляра, с четырьмя пружинами – 10 экземпляров и 1 экземпляр – с шестью пружинами. Рассматривая болгарские замки, необходимо принимать также во внимание некоторые индивидуальные особенности в оформлении тех или иных деталей, которые могут быть хронологическим индикатором или же свидетельствовать о принадлежности к продукции определенной мастерской. Так, болгарские замки типа В (1Б по Е.П. Казакову) с гребневидным завершением верхней части дужки Е.П. Казаков на основании нумизматических данных предлагает датировать концом домонгольского и золотоордынского временем [Казаков Е.П. 1991., С. 74]. Из них 2 замка происходят с Кирпично-Островного селища, 1 замок – с Старокуйбышевского IV селища. Очень своеобразно выглядят 2 замка типа В с Билярского городища, имеющие рядом с дужкой над большим цилиндром стерженек конусообразно утоньшенный и загнутый в виде «фригийского колпака» (рис. 66: 6). Как показало внимательное исследование этих замков, такой стерженек являлся продолжением базы для крепления пружинной системы. А всего эти замки имели по три пружинных узла. Вероятно, что именно в Биляре могла находиться мастерская, где изготавливались подобные замки. Одна из кузнечных мастерских, специализировавшихся на изготовлении железных цилиндрических замков, была исследована в Биляре в 1967–1968 гг. на раскопе V. По мнению А.Х. Халикова кузнечные мастерские, производившие цилиндрические пружинные замки, функционировали здесь в течение всего периода существования древнего города [Халиков А.Х., 1976. С. 74]. Только в одной части раскопа было обнаружено около 100 бракованных железных цилиндрических замков и их обломков.

В быту волжских болгар применялись различные миниатюрные замочки, механизм которых также работал по принципу разжимающихся пружин. Часто также замочки оформлялись в зооморфном стиле – в виде собачек, лошадок, иногда птиц. Реплика такого замочка в форме лошадки была изготовлена автором в содружестве с ульяновским литейщиком Ю.И.Поляниным по технологии «потерянный воск» (рис. 38). Пружинный узел замочка был снабжен стальной пружинкой с помощью медной заклепки. Замочек показал хорошие рабочие качества и вполне пригоден для запираения небольших разъемов типа ларцов и сундучков. Но миниатюрные замковые разъемы изготавливались волжско-болгарскими мастерами и для соединения каких-то ремennых концов. Оригинальным образцом замкового разъема является зооморфно стилизованный механизм, состоящий из двух частей: 1) корпуса и 2) базы пружинной системы (рис. 67: 1). Этот замочек оформлен пластинами, завершающимися профилями головок голубей и хищных птиц. Замочек происходит с Краснореченского II поселения в Старомайском районе Ульяновской области.

Кроме висячих замков в быту волжских болгар употреблялись врезные, от которых сохранились только ключи, напоминающие по форме современные (рис. 69: 8–10). Корпуса и механизмы таких замков в археологических материалах Волжской Булгарии пока не известны.

В результате рассмотрения коллекций замков с памятников Волжской Булгарии можно сделать вывод о том, что уже в домонгольский период у волжских болгар в быту применялись в основном те же типы навесных пружинных замков, что и на территории Древней Руси. Наиболее ранние замки кубической формы в Волжской Булгарии, предположительно, являлись привозной продукцией, поступавшей из ремесленных центров Древней Руси. Уже в X в. волжские болгары наладили свое производство замков и впоследствии из общей массы кузнецов выделились кузнецы-замочники, производившие продукцию для сбыта на рынке. Об этом свидетельствует определенная стандартизация замков, а также выявленные на болгарских городищах остатки специализированных мастерских по изготовлению замков. Сложность изготовления замков с необходимостью должна была привести не только к узкой специализации, но и к формированию института ученичества в этой отрасли кузнечного производства.

3. СРАВНИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ И ГОРОДСКИХ ЦЕНТРОВ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ

Металлографические анализы кузнечной продукции сельских поселений и городских центров Волжской Булгарии позволяют провести между ними сравнительно-технологический анализ.

Сравнение количества изделий из кричного железа и сырцово́й стали по комплексам, происходящим с памятников сельского типа, периферийного Муромского городка и столичного города Биляра показывает, что в столичном городском ремесленном центре Биляре отмечалась некоторая тенденция к уменьшению доли изделий из кричного железа и сырцово́й стали по сравнению с сельскими и городским периферийным ремесленными центрами. Если на сельских памятниках таких изделий отмечено 45,9%, на Муромском городке – 46,34%, то в Биляре только 32,7% (табл. 3; 12; 13). Вероятно, эта тенденция является отражением общего уровня развития кузнечного производства на данных памятниках. Предположительно, кузнецы столичного города Биляра имели в своем распоряжении более качественное сырье, чем кузнецы Муромского городка и сельских поселений.

Из технологических приемов, направленных на улучшение эксплуатационных качеств кузнечной продукции волжских болгар домонгольского периода были выявлены: 1) цементация, 2) цельносталые изделия, 3) пакетный металл, 4) вварка стальной лезы, 5) V-образная наварка, 6) косая боковая наварка, 7) торцовая наварка, 8) двухполосная сварка из стальной и железной полос, 9) трехполосная сварка из двух железных и стальной между ними.

Из этих изделий суммарно ведущее место занимают технологии изготовления изделий целиком из стали и вварка стальной лезы в железную или пакетованную заготовку. Они составляют: 13,96% – цельносталые и 12,85% – вварка стальной лезы (табл. 2а).

Ковка из цельносталых заготовок позволяла получать высококачественные изделия, особенно если при этом правильно применялась термообработка. Соотношение этой технологической схемы по комплексам показало, что на сельских памятниках доля цельносталых изделий составила 8,2%, на Муромском городке – 10,9%, а в Биляре уже 17,5%. Эти цифры могут свидетельствовать о том, что специально приготовленная сталь была более доступна кузнецам столичного города, нежели периферийного Муромского городка и сельских поселений.

Технологическая схема вварки стальной лезы в железную или пакетованную основу, известная еще кузнецам раннеболгарских производственных центров, в домонгольский период становится одним из ведущих технологических приемов при изготовлении качественной продукции у волжских болгар. Эта технология, вероятно, носила общеполгарский характер, о чем свидетельствует ее достаточно равномерное распределение в коллекциях городских и сельских памятников: 9,8% на сельских памятниках, 10,9% на Муромском городке и 14,7% в Биляре. Предположительно, технология вварки датируется в Волжской Булгарии X–XI вв.

Технология пакетного металла в домонгольский период являлась наследием кузнечных традиций раннеболгарского периода. На изделиях домонгольского периода суммарно она составила 9,78%. Ее соотношение по комплексам было различным. Более активно из заготовок пакетного металла ковали кузнецы городских центров (9,7% на Муромском городке, 10,6% в Биляре), и менее активно – сельские кузнецы (4,9%). Объяснение этому факту следует искать в различном уровне квалификации сельских и городских кузнецов, так как пакетование заготовки требовало хороших навыков в проведении операции кузнечной сварки. Менее квалифицированные сельские кузнецы, вероятно, предпочитали избегать технологически сложную операцию кузнечной сварки. Другой возможной причиной значительно большей доли пакетных изделий в коллекциях из городских центров могло быть более частое использование в качестве сырья для поковок металлолома.

Технологическая схема трехслойного пакета в домонгольской Волжской Булгарии суммарно составила 5,02% и по комплексам распределилась так: 6,6% на сельских памятниках, 1,2% на Муромском городке и 5,5% в Биляре. В северном регионе Древней Руси трехслойный пакет был доминирующим технологическим приемом в X–XI вв. и в XII–XIII вв. он вытесняется технологическими схемами вварки, торцовой и косой наварки [Завьялов В.И., Розанова Л.С., 1990].

Из ближайших соседей волжских болгар наиболее активно трехслойный пакет использовали финно-угорские кузнецы Прикамья: чепецкой и родановской культур [Завьялов В.И. 1990., С. 9].

Технология трехслойного пакета в Волжской Булгарии не стала частью производственных традиций в железообработке, хотя и была известна еще раннебулгарским мастерам. Ее распространение в домонгольской Волжской Булгарии, на наш взгляд, явилось результатом торговых контактов с Прикамьем и северными регионами Древней Руси.

Технологическая схема боковой косой наварки стальной полосы на железную основу, известная с раннебулгарского периода (в Большетарханской коллекции) в домонгольский период получает распространение как на памятниках сельского типа (8,2%), так и в городских центрах (2,49% на Муромском городке, 7,87% в Биляре). Суммарно эта технологическая схема составила 6,42%. Технологическая схема V-образной наварки суммарно составила 0,83%. В коллекциях с сельских памятников эта технологическая схема составила 1,6%, в Биляре – 0,92% и совсем не отмечена на Муромском городке. Вероятно, технологические схемы косой боковой и V-образной наварки в домонгольской Волжской Булгарии только начинали включаться в технологическую практику кузнецов. В дальнейшем, в золотоордынский период, они занимают значительное место в кузнечном технологическом арсенале в г. Болгаре (4,3% – косая боковая наварка и 5,5% – V-образная наварка) [Семыкин Ю.А. 1996а].

Технологическая схема торцевой наварки суммарно отмечена на 3,07% изделий. На продукции из сельских памятников изделий с такой технологической схемой не обнаружено. На Муромском городке она отмечена на 7,31% изделий и в Биляре – на 2,7%.

Технологическая схемаковки из двухполосных заготовок, известная уже в раннебулгарский период, в домонгольское время не получила широкого распространения. Она отмечена только в билярской коллекции и составила здесь 0,46%. Суммарно эта технологическая схема составила в домонгольских коллекциях 1,67%. Термически обработанные изделия в домонгольских кузнечных коллекциях составили 42,18%. По комплексам этот показатель распределился следующим образом: на сельских памятниках – 36,6%, на Муромском городке – 45,1% и в Биляре – 43,7%.

Таким образом, в городских ремесленных центрах – в Биляре и на Муромском городке доля термически обработанных кузнечных изделий была выше, чем на сельских памятниках. Отмечена также закономерность, проявляющаяся в том, что выше процент термообработанных изделий там, где больше изделий, откованных с применением стали, способной принять термообработку – в городах. Эта закономерность наблюдается еще в раннебулгарском материале (на кузнечных изделиях Танкеевского могильника).

Показатель термообработки также свидетельствует о более высоком уровне развития кузнечного производства в столичном городе Биляре и периферийном Муромском городке по сравнению с сельскими ремесленными центрами. В большинстве случаев операция кузнечной сварки на кузнечных изделиях домонгольского периода была выполнена качественно.

Г Л А В А Ш Е С Т А Я

**ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ КУЗНЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
У ВОЛЖСКИХ БУЛГАР**

Критериями, свидетельствующими об изменениях в развитии кузнечного производства в эпоху средневековья являются: качество исходного сырья (железа и различных сортов стали), активное использование железо-стальных сварных конструкций для изготовления качественной продукции, качество выполнения операции кузнечной сварки, освоение и активное применение термообработки стали.

За исходный момент развития уровня железообрабатывающего производства у волжских болгар целесообразно взять технико-технологические характеристики результатов микроструктурного исследования кузнечной продукции из Новинковского могильника, оставленного группой кочевого раннебулгарского, по мнению Г.И. Матвеевой, происхождения [Матвеева Г.И., 1997. С. 161], а по мнению Е.П. Казакова, являвшегося одной из групп кочевников Хазарского каганата [Казаков Е.П., 1992. С. 81]. Эта коллекция является одной из наиболее ранних из числа исследованных микроструктурно. Она укладывается в пределы первой половины VIII в.

Для новинковской коллекции характерно использование в качестве основного сырья для поковок простого кричного железа и сырцовой неравномерно науглероженной стали, как правило, значительно засоренных шлаковыми и неметаллическими включениями. Использование слабо прокованного и сильно засоренного шлаковыми включениями сырья является характерной чертой волжско-булгарского кузнечного производства на всем дальнейшем протяжении истории, включая и золотоордынский период. Причины столь невысокой требовательности к качеству проковки сырья, на наш взгляд, заключались в стремлении к экономии металла. Дело в том, что при продолжительной проковке железных криц происходит значительная потеря массы металла в виде окалины (иногда до 50%). Этот вывод получен нами в результате кузнечных экспериментов по проковке железных криц (см. главу вторую). Вероятно, еще кузнецы ранней Волжской Булгарии эмпирически установили, что при продолжительной ковке происходит лишняя потеря металла и ограничивали проковку горновых криц той стадией, когда происходило образование достаточно монолитного металла, уже вполне пригодного для поковок. Но в необходимых случаях новинковские кузнецы могли получать чистый металл, из которого способом цементации получалась углеродистая сталь. При изготовлении качественной продукции новинковские кузнецы применяли и некоторые более сложные технологические приемы, чем ковка из простого железа и сырцового стали. Среди них уже упомянутая термохимическая обработка железа (цементация), а также ряд технологических схем со сварными железо-стальными конструкциям. Но ведущими технологическими схемами для поковки качественной продукции у новинковских кузнецов были ковка из цельностальных и пакетных заготовок (по 15,21%) и технология цементации рабочей поверхности изделий (8,69%). А из числа железо-стальных сварных конструкций в этой коллекции выявлена только ковка из двухполосных заготовок, составившая 4,43%.

Хотя кузнецы новинковской группы населения были знакомы с приемами термообработки, но доля термообработанных изделий в коллекции сравнительно невелика – 17,39%. Правда, среди качественных изделий термически обработано более половины.

Говоря о качестве выполнения сложной операции кузнечной сварки, следует отметить, что в большинстве случаев она была выполнена хорошо. Мастера-кузнецы новинковской племенной группировки, судя по аналитическим данным и на основании визуального осмотра изделий, в целом достаточно хорошо освоили все важнейшие приемы свободной горячейковки, знали приемы пробивки, прошивки, осадки металла, хорошо освоили операцию кузнечной сварки и термохимической обработки металла. Тем не менее, набор технологических приемов у этих кузнецов еще был ограничен кругом традиционных приемов, характерных для раннего этапа кузнечного производства. Для изготовления поковок с повышенными эксплуатационными требованиями использовались наиболее простые приемы и технологические схемы: ковка из цельностальных заготовок, цементация и ковка из пакетных заготовок.

В истории железообработки вызывает интерес вопрос о причине значительной доли изделий из заготовок пакетного металла в коллекциях ряда памятников эпохи раннего средневековья. Большая доля изделий из пакетных заготовок – характерная черта раннего этапа развития обработки железа. Результаты экспериментальных работ по проковке железных горновых криц позволяют в какой-то степени дать ответ на вопрос о причине этого явления. Отсутствие у металлургов и кузнецов эпохи раннего железного века и раннего средневековья навыков в проковке массивных железных криц приводило в процессе уплотнения к их частому растрескиванию и распаду на отдельные мелкие куски, которые не выбрасывались, а проковывались по отдельности до монолитного состояния. Для получения более массивных заготовок кузнецам приходилось прибегать к их дополнительной кузнечной сварке, что с неизбежностью превращало эти крицы в пакетные блоки, из которых формовались заготовки и полуфабрикаты. А сама операция кузнечной сварки становилась необходимой составной частью набора технологических приемов в железообработке. Однажды примененная только для получения более массивных заготовок, кузнечная сварка в дальнейшем стала специальным технологическим приемом, применявшимся уже при изготовлении различных поковок. И только в дальнейшем были освоены сложные технологические приемы конструктивной сварки специально приготовленной стали с железом.

Таким образом, железообработка населения новинковской племенной группировки не отличалась тем относительно высоким уровнем развития, который был характерен для культур эпохи развитого средневековья. Но в целом новинковская коллекция кузнечных изделий вполне вписывается в круг технологических традиций, характерных для салтово-маяцкого очага железообработки [Толмачева М.М., 1990. С. 126].

Примерно на таком же уровне развития находилось кузнечное производство у населения южно-уральской позднекушнаренковской группировки, занимавшей часть территории ранней Волжской Булгарии в левобережье Волги и оставившей могильники у с. Большие Тиганы и у 116-го километра. Эти памятники датируются более поздним временем, чем Новинковский могильник – второй половиной VIII–IX вв. В большетиганской коллекции, как и в новинковской, ведущей технологической схемой является ковка из цельностальных заготовок, составляющая 40,7%. Технологическая схема пакетного металла у кушнаренковцев также занимала значительное место (14,8%). Менее активно большетиганские кузнецы применяли ковку из двухполосных заготовок (7,47%) и цементацию поверхности изделия (3,7%). Коллекция изделий из могильника у 116-го километра по своим технологическим характеристикам сопоставима с изделиями из Больше-Тиганского могильника.

Таким образом, кузнечный инвентарь трех памятников: Новинковского, Больше-Тиганского могильников и могильника у 116 км отражают ранние черты железообработки эпохи раннего средневековья степной зоны Евразии, для которой характерно преобладание изделий из кричного железа и сырцово-неравномерно науглероженной стали, применение для поковок качественной продукции относительно несложных технологических схем (ковка из цельностальных и пакетованных заготовок) при незначительном использовании технологических схем, связанных с конструктивной наваркой и вваркой специально приготовленной стали. Следует, правда отметить, что позднекушнаренковские кузнецы более активно применяли ковку из стальных заготовок, чем новинковские мастера, соответственно больше была и доля термообработанных изделий в большетиганской коллекции.

Несколько иначе выглядит характеристика кузнечной продукции у болгарского населения, оставившего Больше-Тарханский могильник и Абрамовское поселение. Здесь также основным сырьем для поковок было кричное железо и мягкая сырцовая неравномерно науглероженная сталь. Ведущую роль в этой коллекции занимает технологическая схема пакетного металла (22,8%). На втором месте стоит ковка из цельностальных заготовок (20%). Но в материалах из Больше-Тарханского могильника и Абрамовского поселения представлены технологические схемы, характерные для железообрабатывающего производства развитого средневековья – с различными вариантами вварки и наварки стальных пластин на основу изделия, откованную либо из кричного железа, либо из пакетного металла. Изделия с такими технологиями в большетарханской коллекции составили 20%. Из них вварка составила 8,6%, а трехслойный пакет, боковая, V-образная, торцовая наварки, отмеченные в единичных случаях, составили по 2,85%.

Особенностью большетарханской коллекции является отсутствие технологии цементации, в то время как этот технологический прием, несомненно, был известен кузнецам этой

группировки. С его помощью получали цельностальные насквозь процементированные заготовки, применявшиеся для сварки и наварки при изготовлении качественной продукции. Значительно увеличивается по сравнению с новинковской коллекцией доля термообработанных изделий, особенно среди качественной продукции. Обращает на себя внимание то, что керамика из Абрамовского поселения очень сходна с большетарханской [Семыкин Ю.А. 1996б. С. 76, рис. 1]. Таким образом, в кузнечной коллекции из Больше-Тарханского могильника отмечена особенность – термически обработано 37,14% изделий, но среди 15 качественных предметов термообработка отмечена на 13.

Коллекция из Абрамовского поселения и из Больше-Тарханского могильника характеризует железообработку группы болгарского населения ранней Волжской Булгарии во второй половине VIII – первой половине IX вв. Судя по результатам микроструктурных анализов, уровень развития кузнечного производства у большетарханского населения был более высоким, чем у новинковского и позднекушнаренковского населения. Об этом свидетельствует применение сложных технологических схем, связанных с конструктивной сваркой железа и стали. Хотя технологические схемы сварки, боковой, торцовой, V-образной наварки в материалах Больше-Тарханского могильника встречены в небольшом количестве, но они уже были известны этим мастерам и стали частью традиций железообработки раннеболгарского населения не только в Среднем Поволжье, но и на территории Хазарского каганата [Толмачева М.М. 1990. С. 16].

К этому следует добавить и то, что, вероятно, именно раннеболгарские металлурги большетарханско-абрамовского круга населения первыми среди населения ранней Волжской Булгарии стали осваивать железорудные запасы Среднего Поволжья и налаживать собственное производство железа [Семыкин Ю.А. 1996б. С. 76].

Уровень развития кузнечного производства на втором этапе раннеболгарского периода прослеживается на примере исследования танкеевской коллекции черного металла. Судя по результатам этих анализов, у кузнецов ранней Волжской Булгарии в IX – первой трети X вв. основным сырьем для поковок по-прежнему служило кричное железо и неравномерно науглероженная сталь изначально сильно засоренные шлаковыми включениями. Изделия некачественного назначения в основном ковались из простого сырья – кричного железа и сырцово-стали. Но их доля в целом невелика – 19,6%. Более 80% поковок было отковано со стремлением улучшить их эксплуатационные характеристики за счет применения более рациональных технологий. Но, тем не менее, основное место в арсенале танкеевских кузнецов занимают традиционные кузнечные технологии: ковка из цельностальных заготовок (24,59%), цементация рабочей поверхности изделий (19,67%) и ковка из пакетных заготовок (18,03%). Технологические схемы с различными вариантами сварки и наварки стальных пластин суммарно в танкеевской коллекции составили 17,77%. В основном они применялись для изготовления качественной продукции. По-прежнему довольно активно используется в танкеевской коллекции термообработка, которая суммарно составила 50,8%, но среди качественных изделий доля термообработанных выше – 70,27%. Отличительной особенностью танкеевской коллекции по сравнению с большетарханской является довольно значительная доля изделий с цементацией – 19,67%.

В целом можно сказать, что уровень развития железообработки у населения танкеевской племенной группировки был примерно одинаковым с кузнечным производством большетарханского населения. По-прежнему доминируют более простые в исполнении технологические схемы: ковка из стальных заготовок и из пакетного металла. Сложные железо-стальные сварные конструкции, хотя и применялись, но еще не занимали ведущее положение. Это свидетельствует о том, что кузнечное производство у населения танкеевской группировки еще не выходит за рамки начального этапа применения технологических схем, характерных для эпохи развитого средневековья.

В домонгольский период в развитии железообрабатывающего производства волжских болгар происходят существенные изменения в связи с той ролью, которую стала играть металлургия и обработка железа в экономической жизни возникшего в начале X в. государства Волжская Булгария. Даже беглое знакомство с археологическими коллекциями раннеболгарского и домонгольского периодов свидетельствует о том, что в домонгольское время значительно возрос объем производимой кузнецами продукции из черного металла, более разнообразной стала номенклатура кузнечных изделий за счет появления новых категорий орудий труда (деталей

от упряжных почвообрабатывающих орудий, различных деревообделочных и кузнечно-слесарных инструментов), предметов быта. Изготовление многих из этих орудий труда и инструментов нуждалось в применении более качественных технологических схем с использованием сварных железо-стальных конструкций. В этой связи в домонгольский период значительно повышается спрос на качественную сталь, которая и раньше являлась дефицитным материалом. В этом отношении заслуживает внимания упоминание Ибн Фадланом о торговле железом, которую в начале X в. вел со «страной неверных» тюрок Тегин [Ковалевский А.П., 1956. С.123]. А.П. Ковалевский считал, что в данном случае речь идет о стране гузов. Но под «страной неверных» до 922 года можно подразумевать и Волжскую Булгарию, где существовал более емкий рынок сбыта металла, чем среди кочевого населения Южного Приуралья. Поэтому мы предполагаем, что Тегин бывал в Волжской Булгарии еще до принятия мусульманства с торговыми целями, имея в качестве товара не простое кричное железо, а качественную сталь.

Однако, несмотря на ценность стали, в домонгольский период все еще ощущаются консервативные технологические традиции раннебулгарского периода, что проявлялось в преимущественном использовании технологииковки из стальных заготовок (13,96%). Тем не менее, стремление к экономии стали приводит к тому, что при изготовлении качественной продукции одной из ведущих технологических схем становится вварка стальной лезы в железную основу, составившая суммарно 12,85%. Эта технологическая схема в кузнечном производстве домонгольского периода, несомненно, явилась наследием раннебулгарской железообработки так же, как иковка из цельностальных заготовок и пакетный металл.

Можно говорить о том, что вварка стальной лезы была одной из самых ранних специальных технологий у волжских болгар и может датироваться в пределах X–XII вв., так как в золотоордынский период она уже практически не употреблялась. К тому же эта технологическая схема носила общий характер, о чем свидетельствует ее довольно равномерное распределение на памятниках сельского и городского типа. Реже в домонгольский период по сравнению с раннебулгарским стала применятьсяковка из пакетных заготовок, составив суммарно 9,78%. Другие технологические схемы на основе железо-стальных сварных конструкций в это время применялись в основном для изготовления качественной продукции и по-прежнему не занимали доминирующего положения в болгарской железообработке. Так, трехслойный пакет составил суммарно в коллекциях 5,02% и не стал частью технологической болгарской кузнечной традиции. Присутствие в болгарских археологических материалах домонгольского периода изделий с технологической схемой трехслойного пакета, возможно, является результатом торговых контактов болгар с Прикамьем и с регионами Северной Руси.

Булгарские кузнецы в домонгольское время по-прежнему довольно активно продолжали использовать термообработку стали. Суммарно термообработанные изделия составили 42,18%. Для производства качественной продукции использовалась цементованная сталь. Качество выполнения операции кузнечной сварки на продукции домонгольского периода в целом было хорошим. Следует также отметить, что болгарские кузнецы домонгольского периода для изготовления качественной продукции уже использовали определенный набор технологических схем, который сформировался на основе технологического наследия раннебулгарского периода.

Наиболее заметное влияние на формирование кузнечного производства волжских болгар оказали традиции обработки железа кочевого населения Хазарского каганата, что прослеживается на примере сохранения значительной доли пакетного металла и цельностальных изделий. А вот увеличение доли трехслойного пакета на изделиях домонгольского периода, на наш взгляд, можно связывать с притоком прикамско-приуральского населения ломоватовской, сылвенской и чепецкой археологических культур в Среднее Поволжье в X в., на что обращали внимание исследователи [Казаков Е.П., 1992]. По результатам исследований В.И. Завьялова, трехслойный пакет являлся одним из ведущих технологических приемов у прикамских финнов. [Завьялов В.И., 1990].

Сравнение кузнечной продукции домонгольской Волжской Булгарии и древнерусских памятников этого же периода показывает, что несмотря на наличие некоторых общих черт, железообрабатывающее производство домонгольской Волжской Булгарии выглядит как вполне самостоятельное культурно-технологическое явление. Если влияние древнерусского кузнечного ремесла на железообработку Волжской Булгарии и имело место, то оно не было определяющим. По результатам исследования Л.С. Розановой, в северорусских землях в домонгольское

время преимущественно использовались сварные конструкции, основанные на сочетании железа со сталью, а в южнорусских землях преимущественно использовались простые технологии: ковка целиком из железа и разных сортов стали [Розанова Л.С. 1990., С. 95]. При этом доля пакетованных изделий и с технологией сварки стальной лезы была значительно меньше, чем на изделиях Волжской Булгарии. Влияние древнерусской железообработки на волжско-булгарскую происходило, вероятно, на уровне заимствования внешних образцов кузнечной продукции, например, цилиндрических замков, а также ряда других изделий, имеющих широкое восточноевропейское распространение.

Говоря об организации металлургического и кузнечного производств и о той роли, которую они играли в экономической жизни волжских булгар, следует отметить, что уже в раннебулгарский период металлургия и обработка железа выделились в самостоятельные отрасли хозяйственной деятельности. Однако воздействие экономических стимулов на производство железа и железообработку стало ощущаться, очевидно, только с конца IX – начала X вв., что было связано с возросшими потребностями экономики формирующегося государства в железных орудиях труда и различных инструментах. Уже во второй половине X в., вероятно, экономические стимулы в развитии металлургии и железообработке стали более ощутимыми, что проявлялось в ориентации этих производств на реализацию продукции на рынке. Об этом свидетельствуют значительные запасы продукции металлургического производства на селищах низовий Камы – железных криц, очевидно, приготовленных на продажу, стандартизация многих видов кузнечной продукции – замков, ножей, топоров, широкое и достаточно равномерное распределение в сельских и городских центрах кузнечных изделий со сходными технологиями (ножей с технологией сварки), исследованные в некоторых крупных булгарских городах ремесленные мастерские по производству кузнечной продукции и другие подобные явления. А.П. Смирнов считал даже возможным существование у волжских булгар в домонгольский период каких-то ремесленных организаций типа братств [Смирнов А.П., 1951. С. 147]. Мы согласны с точкой зрения Т.А. Хлебниковой о наличии в булгарском металлургическом и кузнечном производствах института ученичества, который, вероятно, сложился еще в раннебулгарский период. Без института ученичества невозможно было сохранять и передавать от поколения к поколению сложнейшие секреты технологии металлургии и железообработки. В раннебулгарский период кузнецы, возможно, еще оставались универсалами, производившими основную массу кузнечных изделий. В домонгольский же период, судя по стандартизации многих категорий кузнечной продукции, произошла довольно разветвленная специализация в железообработке, но она касалась в основном только городского ремесла. Деревенские кузнецы в домонгольский период еще оставались универсалами и уровень их квалификации уступал мастерству городских кузнецов. В свою очередь, неодинаковым был уровень мастерства и в разных городских центрах. Кузнецы столичного Билярского ремесленного центра отличались более высокой квалификацией, чем кузнецы провинциального Муромского городка. Однако в целом железообрабатывающее ремесло Волжской Булгарии домонгольского периода отличалось высоким уровнем развития, вполне сопоставимым с уровнем древнерусского ремесла.

Интересно проследить тенденцию дальнейшего развития технологии железообработки у волжских булгар в золотоордынское время на примере результатов металлографических анализов кузнечных изделий из города Болгара, выполненных автором [Семькин Ю.А. 1996б]. В технологическом арсенале кузнецов Болгара по-прежнему заметное место продолжает занимать схемаковки изделий из цельностальных заготовок, но основная масса качественной продукции изготавливалась с применением двух технологических схем: традиционного для волжских булгар пакетного металла и боковой наварки стальной пластины на железную основу. В то же время значительно уменьшилась доля изделий с технологией сварки и трехслойного пакета. Более активно по сравнению с домонгольским периодом начинает использоваться технологическая схема V-образной наварки, имеющей истоки еще в раннебулгарской железообработке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, сравнение железообработки волжских булгар в раннебулгарский и домонгольский периоды свидетельствует о том, что эта отрасль производства в течение VIII – начала XIII вв. прошла сложный путь развития от производства, ориентированного на обеспечение кузнечной продукцией отдельных племенных групп и объединений, входивших в состав ранней Волжской Булгарии, до развитого ремесленного производства, обслуживавшего экономические и военно-оборонительные потребности раннефеодального государства.

Уже металлурги ранней Волжской Булгарии приступили к освоению железорудных запасов Среднего Поволжья, что заложило основу развития собственного металлургического и железообрабатывающего производства в государственный период Волжской Булгарии. Мы не исключаем возможность того, что булгарские металлурги, по мере освоения территории Среднего Поволжья в VIII–IX вв., могли обнаруживать многочисленные и более заметные в то время остатки металлургического производства железа, оставшиеся от именьковского населения. Это должно было вселять в булгарских рудознатцев и металлургов определенный оптимизм в плане организации собственного металлургического производства железа на местной железорудной базе. То есть, булгарским металлургам начинать производство железа в Среднем Поволжье приходилось не «с чистого листа».

Масштабы металлургического и кузнечного производств у волжских булгар в домонгольский период свидетельствуют об их ремесленном характере. И металлургия железа и кузнечное производство в этот период уже были ориентированы на рыночный сбыт своей продукции. Об этом ярко свидетельствуют масштабные скопления металлургических железных криц, дошедших до нашего времени на некоторых поселениях Волжской Булгарии низовий Камы и Среднего Поволжья, а также заметная стандартизация многих категорий кузнечных изделий, особенно – замков.

Письменные источники (сообщение аль Мукаддаси) дают основание говорить о международной торговле волжских булгар кузнечной продукцией, что само по себе свидетельствует о её высоком качестве и конкурентоспособности.

Наши исследования подтверждают выводы предшествующих авторов (А.П. Смирнова и Т.А.Хлебниковой) о том, что в Волжской Булгарии кроме высокоразвитых городского металлургического и кузнечного ремесла эти отрасли производств действовали и на сельских поселениях. Однако качественный уровень продукции сельских кузнецов-универсалов был все же ниже, чем продукции городских мастеров. Можно уверенно говорить также о существовании института ученичества в металлургическом и кузнечном производствах у волжских булгар, что подкрепляется констатацией факта исключительной технологической сложности в организации и функционирования этих производств.

В кузнечном производстве с VIII по XIII вв. происходили заметные и ощутимые изменения, в процессе которых шел отбор технологических приемов изготовления качественной продукции. Основой для такого технологического отбора стали технико-технологические традиции железообработки Хазарского каганата. Уже в раннебулгарский период в отдельных племенных группировках, в основном в булгарской (большетарханско-абрамовского круга памятников), а впоследствии и в танкеевской, применяются сложные железо-стальные сварные конструкции, более характерные для железообработки развитого средневековья. Но в целом в раннебулгарский период еще преобладают простые технологические схемы.

В домонгольский период, хотя и сохраняется консервативное раннебулгарское технологическое наследие в виде использования цельностальных и пакетованных заготовок, для изготовления качественной продукции уже преимущественно используются сложные сварные железо-стальные конструкции, что свидетельствует о заметном прогрессе в развитии железообработки у волжских булгар. Об этом же свидетельствует и достаточно высокое качество выполнения операции кузнечной сварки, термообработки и частое использование высококачественной углеродистой стали.

Монгольское нашествие, как об этом свидетельствуют исследованные на Болгарском городище многочисленные и масштабные остатки металлургического производства, не нанесло катастрофического ущерба развитию металлургии железа и кузнечного производства. Более того, в золотоордынский период металлургия железа и кузнечное производство у волжских булгар перешли на более высокий уровень развития [Семыкин Ю.А. 1996].

В целом черная металлургия и металлообработка Волжской Булгарии в раннеболгарский и домонгольский периоды на фоне металлургии и железообработки Восточной Европы выглядят как высокоразвитое и самостоятельное культурно-технологическое явление.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

- Агапов С.В., Кузьминых С.В., Терехин С.А.* Моделирование процессов древней плавки меди // Естественные научные методы в археологии. – М., 1989.
- Акчурина А.М., Ефимова А.М., Смирнов А.П.* Раскопки Великих Болгар. КСИИМК. XXXIII. 1950.
- Алексеева Е.М., Розанова Л.С., Терехова Н.Н.* Горгия: продукция железоделательного и железообрабатывающего ремесла // СА. – 1994. – № 3.
- Археологические памятники бассейна р. Черемшан / отв. ред. А.Х. Халиков. – Казань, 1990.
- Афанасьев Г.Е., Николаенко А.Г.* О салтовском типе сыродутного горна // СА. – 1982. – № 2
- Афанасьев Г.Е., Николаенко А.Г.* Metallургический комплекс у с. Ездочного // Маяцкое городище. – М., 1984.
- Багаутдинов Р., Набоков А.* Новые материалы о погребальном обряде ранних болгар // Новое в средневековой археологии Евразии. – Самара, 1993.
- Барцева Т.Б., Вознесенская Г.А., Черных Е.П.* Металл черняховской культуры. – М.: Наука, 1972.
- Батыр В.В., Трофимчук А.А.* Полезные ископаемые в Татарской республике и перспективы на их использование в связи с Камстроем. – Казань, 1932.
- Башкиров А.С.* Экспедиция по изучению болгаро-татарской культуры летом 1928 года // Материалы по охране, ремонту и реставрации памятников ТССР. – Казань, 1929.
- Беленицкий А.М.* Глава «О железе» минералогического трактата Бируни // КСИИМК. – 1950. – Вып. XXXIII.
- Биляр – столица домонгольской Булгарии / отв. ред. Ф.Ш. Хузин. – Казань, 1991.
- Буров Г.М.* Отчет об археологических исследованиях в Ульяновском Поволжье. Архив ИА, Р-1, N 4287а. 1972.
- Буров Г.М.* Именьковская культура в Ульяновском Поволжье // Древности Среднего Поволжья. – Куйбышев, 1985.
- Васильев И.Б., Матвеева Г.И.* У истоков истории Самарского Поволжья. – Куйбышев, 1986.
- Васильева И.Н.* Гончарство Волжской Болгарии в X–XIV вв. / отв. ред. Н.П. Салугина. – Екатеринбург, 1993.
- Вознесенская Г.А.* О сложении производственных традиций в древнерусской металлообработке // Тез. док. Междунар. конф. по применению методов естественных наук в археологии. – СПб., 1994.
- Вискалин А.В., Семькин Ю.А.* В поисках далеких предков. Из древней истории Ульяновского Поволжья // Венец. – Ульяновск, 1991.
- Вихляев В.И.* Metallургический горн рубежа I и II тысячелетий н. э. из Мордовии // СА. – 1983. – № 2.
- Вихляев В.И.* Исследования в Примокшанье // АО – 1979. – М., 1980.
- Вязов Л.А., Багаутдинов Р.С., Нерушин И.А., Семькин Ю.А.* Исследования селища Новая Беденьга I в 2010 г.: (Новые материалы I тыс. н.э. с территории Ульяновского Поволжья) // Исследования по средневековой археологии Евразии. – Казань, 2012.
- Газимзянов И.Р.* Новые данные по антропологии населения Самарского Поволжья в эпоху раннего средневековья // Средневековые памятники Поволжья. – Самара, 1995.
- Генинг В.Ф., Стоянов В.Е., Хлебникова Т.А., Вайнер И.С., Казаков Е.П., Валеев Р.К.* Археологические памятники у с. Рождествено. – Казань: Изд-во КГУ, 1962.
- Генинг В.Ф., Халиков А.Х.* Ранние болгары на Волге: Больше-Тарханский могильник / отв. ред. Н.Я. Мерперт. – М.: Наука, 1994.

- Генинг В.Ф.* Опутятское городище – металлургический центр харинского времени в Прикамье (2-я половина V – 1-я половина VI вв. н.э.) // Памятники эпохи средневековья в Прикамье. – Ижевск, 1980.
- Генинг В.Ф.* Некоторые вопросы периодизации этнической истории древних болгар // Ранние болгары в Восточной Европе. – Казань, 1989.
- Голдина Р.Д.* Ломоватовская культура в Верхнем Прикамье. – Иркутск, 1985.
- Голубева Л.А.* Мордва // Археология СССР. Финно-угры и балты в эпоху средневековья. – М., 1987.
- Граков Б.Н.* Ранний железный век. Культуры Западной и Юго-Восточной Европы). – М.: Изд-во МГУ.
- Город Болгар. Очерки истории и культуры // отв. ред. Г.А. Федоров-Давыдов. – М.: Наука, 1987.
- Гурин М.Ф.* Исследование древних железных ножей на микрозонде // СА. – 1977. – № 3.
- Гурин М.Ф.* Древнее железо Белорусского Поднепровья. – Минск, 1982.
- Гурин М.Ф.* Кузнечное ремесло Полоцкой земли IX–XIII вв. – Минск, 1987.
- Ефимова А.М.* Металлургические горны в городе Болгаре // КСИИМК. – 1951. – Вып. XXXVIII.
- Ефимова А.М.* Черная металлургия города Болгара // МИА. – 1958. – № 61.
- Завьялов В.И.* Технологические схемы железных ножей X–XIV вв. из Восточной Европы // Естественнонаучные методы в археологии. – М., 1989.
- Завьялов В.И.* История средневекового железообрабатывающего производства в Камско-Вятском бассейне. Автореф. дис. ... канд. ист. наук. – М., 1990.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С.* К вопросу о производственной технологии ножей в Древнем Новгороде (по материалам Троицкого раскопа) // Материалы по археологии Новгорода. – М., 1990.
- Измайлов И.Л.* Вооружение и военное делонаселения Волжской Булгарии X- начала XII в. Магадан, 1997.
- Исследования Великого города / отв. ред. В.В. Седов. – М.: Наука, 1976.
- История черной металлургии и металлообработки на территории Украинской ССР. – Киев: Наукова думка, 1983.
- История татар с древнейших времен в семи томах. Т. I. Народы степной Евразии в древности / отв. ред. С.Г. Кляшторный. – Казань: «Рухият», 2002.
- История татар с древнейших времен в семи томах. Т. II. Волжская Булгария и Великая степь / отв. ред. Ф.Ш. Хузин. – Казань: Изд-во «РухИЛ», 2006.
- Казаков Е.П.* Танкеевский могильник. Автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Казань, 1972.
- Казаков Е.П., Халикова Е.А.* Раннеболгарские погребения Тетюшского могильника // Из истории ранних болгар. – Казань, 1981.
- Казаков Е.П., Старостин П.Н., Халиков А.Х.* Археологические памятники Татарской АССР. – Казань: Таткнигоиздат, 1987.
- Казаков Е.П.* Булгарское село X–XIII веков низовий Камы. – Казань: Таткнигоиздат, 1991.
- Казаков Е.П.* Культура ранней Волжской Булгарии / отв. ред. А.Х. Халиков. – М.: Наука, 1992.
- Каховский В.Ф., Смирнов А.П.* Хулаш // Городище Хулаш и памятники средневековья Чувашского Поволжья. – Чебоксары, 1972.
- Кирпичников А.Н.* Снаряжение всадника и верхового коня на Руси IX–XIII вв. САИ. Вып. EI-36. – Л.: Наука, 1973.
- Кирпичников А.Н.* Военное дело на Руси. – Л.: Наука, 1976.
- Кляшторный С.Г., Старостин П.Н.* Праславянские племена в Поволжье // История татар с древнейших времен. Том I. Народы степной Евразии в древности. Казань., 2002.

- Кляшторный С.Г.* О славянах Среднего Поволжья и о коллеггах-славистах // Вестник Липецкого гос. пед. ун-та. Серия гуманитарные науки. — Вып. 1 (8). 2013.
- Ковалевский А.П.* Книга Ахмеда ибн-Фадлана о его путешествии на Волгу. — Харьков: Изд-во Харьков. гос. ун-та, 1956.
- Колода В.В.* К вопросу об этнической интерпретации салтовских железоплавильных // Вопросы этнической истории Волго-Донья. Материалы науч. конф. — Пенза, 1992.
- Колчин Б.А.* Несколько замечаний к главе «О железе» минералогического трактата Бируни // КСИИМК. — 1950. — Вып. XXXIII.
- Колчин Б.А.* Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси // МИА. — 1953. — № 32.
- Колчин Б.А.* Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого // МИА. — 1959. — № 65.
- Колчин Б.А., Круг О.Ю.* Физическое моделирование сыродутного процесса производства железа // Археология и естественные науки. — М., 1965.
- Колчин Б.А.* Хронология новгородских древностей // Новгородский сборник. 50 лет раскопок Новгорода. — М., 1982.
- Колчин Б.А.* Ремесло. Металлургия и металлообработка железа и стали // Археология СССР. Древняя Русь. Город, замок, село. — М., 1985.
- Коробкова Г.Ф.* Экспериментальный анализ и его место в истории и теории археологии // КСИА. — 1978. — Вып. 152.
- Королев А.В., Хлебникова Т.А.* К вопросу о черной металлургии у волжских болгар // МИА. — 1960. — № 80.
- Кузеев Р.Г., Иванов В.А.* Дискуссионные проблемы этнической истории населения Южного Урала и Приуралья в эпоху средневековья // Проблемы средневековой археологии Урала и Поволжья. — Уфа, 1987.
- Культура Биляра: Булгарские орудия труда и оружие X–XIII вв. / отв. ред. А.Х. Халиков. — М.: Наука, 1985.
- Кляшторный С.Г., Старостин П.Н.* 2002. Праславянские племена в Поволжье // История татар с древнейших времен. Том I. Народы степной Евразии в древности. Казань.
- Левашева В.П.* Из далекого прошлого южной части Красноярского края. — Красноярск, 1939.
- Ледяйкин В.И., Семькин Ю.А.* Раскопки Ульяновского пединститута в 1986 году // АО — 1988.
- Ледяйкин В.И., Семькин Ю.А.* Жертвенный погребальный комплекс 2-го Абрамовского поселения // Археологические исследования в лесостепном Поволжье. — Самара, 1991.
- Леньков В.Д.* Металлургия и металлообработка у чжурчженей в XII в. (по материалам исследований Шайгинского городища). — Новосибирск, 1974.
- Матвеева Г.И.* Отчет об археологических исследованиях Муромского городка в Ставропольском районе Куйбышевской области в 1973 году / Архив ИА РАН.
- Матвеева Г.И.* Погребение VIII–IX веков у разъезда Немчанка // Древности Волго-Камья. — Казань, 1977.
- Матвеева Г.И.* О происхождении именьковской культуры // Древние и средневековые культуры Поволжья. — Куйбышев, 1981.
- Матвеева Г.И., Колев Ю.И., Королев А.И.* Горно-металлургический комплекс бронзового века у с. Михайло-Овсянка на юге Самарской области (первые результаты и проблемы исследования) // Вопросы археологии Урала и Поволжья. Вып. 2. — Самара, 2014.
- Матвеева Г.И.* Могильники ранних болгар на Самарской Луке. — Самара, 1997.
- Матвеева Г.И.* Отчет об археологических исследованиях Муромского городка в Ставропольском районе Куйбышевской области в 1973 году / Архив ИА РАН.
- Медведев А.Ф.* Ручное метательное оружие (лук и стрелы, самострел). VIII–XIV вв. САИ. Вып. Е1-36. — М.: Наука, 1966.

- Овсянников О.В.* О замках «болгарского» типа // СА. – 1971. – № 1.
- Плетнева С.А.* От кочевий к городам. Салтово-маяцкая культура / отв. ред. Б.А. Рыбаков. – М.: Наука, 1967.
- Плетнева С.А.* Ранние болгары на Волге // Археология СССР. Степи Евразии в эпоху средневековья. – М., 1981.
- Пономарев П.А.* Краткий отчет о раскопках и разведках в районе Билярска летом 1915 г. // ИОАИЭ. 1919. – Т. XXX, вып. 1.
- ПСРЛ – Полное собрание русских летописей. Т. XI. Летописный сборник, именуемый Патриаршею или Никоновскою летописью. – СПб, 1897.
- Путешествие Абу Хамида ал-Гарнати в Восточную и Центральную Европу (1131—1153 гг.) / О. Г. Большаков, А. Л. Монгайт. — М.: Главная редакция восточной литературы издательства «Наука», 1971.
- Розанова Л.С.* Своеобразие технологии кузнечного производства Южной и Северной Руси в домонгольский период // Проблемы археологии Южной Руси. Материалы историко-археологического семинара «Чернигов и его округа в IX–XIII вв.» – Киев, 1990.
- Розанова Л.С., Семькин Ю.А., Терехова Н.Н.* От железной крицы до готового изделия (опыты физического моделирования) // Комплексные методы исследования археологических источников. – М., 1989.
- Розенфельдт Р.Л. Русские замки домонгольского времени // КСИИМК. – 1953. – Вып. XLIX.
- Руденко К.А.* Материальная культура болгарских селищ низовий Камы XI–XIV. Казань, 2001.
- Руденко К. А.* Железные наконечники стрел из Волжской Булгарии VIII—XV вв. — Казань: Заман, 2002.
- Рыбаков Б.А.* Ремесло древней Руси. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948.
- Рыбаков Б.А.* Ремесло // История культуры Древней Руси. – М.; Л., 1948а.
- Рындина Н.В.* Металлография в археологии // Археология и естественные науки. – М., 1965.
- Савченкова Л.С.* Черная металлургия и металлообработка на Болгарском городище // Город Болгар: Ремесло металлургов, кузнецов, литейщиков. – М., 1996.
- Семенов В.А.* Южные удмурты в XVI в. (по материалам Ореховского могильника) // Вопросы этнографии Удмуртии. – Ижевск, 1980.
- Семенова А.П.* Отчет об археологических исследованиях II-го Шигонского поселения в Шигонском районе Куйбышевской области в 1982 году / Архив ИА РАН.
- Семькин Ю.А.* Опыт реконструкции арбалета по материалам с территории Волжской Булгарии // Древние и средневековые культуры Поволжья. – Куйбышев, 1981.
- Семькин Ю.А.* О металлургических горнах имениковской культуры // Культуры Восточной Европы I тысячелетия. – Куйбышев, 1986.
- Семькин Ю.А.* Некоторые результаты металлографического анализа кузнечных изделий из Танкеевского могильника // Тез. док. конференции «Ранние болгары в Восточной Европе». – Казань, 1988.
- Семькин Ю.А.* Технология кузнечного производства Биляра // Биляр – столица домонгольской Булгарии. – Казань, 1991.
- Семькин Ю.А.* Характеристика технологии изготовления кузнечной продукции Больше-Тарханского могильника // Вопросы этнической истории Волго-Донья. Материалы науч. конф. – Пенза, 1992.
- Семькин Ю.А.* Технологическая характеристика кузнечного инвентаря из Тураевского могильника // Новое в средневековой археологии Евразии. – Самара, 1993.
- Семькин Ю.А., Казаков Е.П.* Технология кузнечного производства на сельских памятниках домонгольской Волжской Булгарии // Краеведческие записки. Вып. VIII. – Ульяновск, 1989.

Семыкин Ю.А., Терехова Н.Н. Технология кузнечного производства древних венгров (по материалам Больше-Тиганского могильника VIII – первой половины IX в.) // Историко-археологическое изучение Поволжья. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1994.

Семыкин Ю.А. Технология кузнечного инвентаря из Новинковского II могильника // Средневековые памятники Поволжья. – Самара, 1995.

Семыкин Ю.А. Черная металлообработка в Болгаре // Город Болгар. Ремесло кузнецов, литейщиков и металлургов. – М., 1996а.

Семыкин Ю.А. К вопросу о поселениях ранних болгар в Среднем Поволжье // Культуры Евразийских степей второй половины I тысячелетия н.э. – Самара, 1996б.

Семыкин Ю.А. Материалы к истории металлургии железа эпохи средневековья Среднего Поволжья. Культуры Евразийских степей второй половины I тысячелетия н.э. (Вопросы хронологии). – Самара, 1998.

Семыкин Ю.А., Ворона А.А. Находка древнего металлургического горна в Ульяновской области // Краеведческие записки. Итоги года 2002. – Ульяновск. 2004.

Семыкин Ю.А. Технология изготовления кузнечной продукции из Больше-Тарханского могильника. // Среднее Поволжье и Южный Урал: человек и природа в древности. Казань. 2009.

Смирнов А.П. Археологические памятники на территории Марийской АССР. – Козьмодемьянск, 1949.

Смирнов А.П. Волжские булгары // Тр. ГИМ. Вып. XIX. – М., 1951.

Смирнов А.П. Железный век Чувашского Поволжья // МИА. – 1961. – № 65.

Смирнов А.П. Новые данные об исторической и социальной топографии города Великие Болгары // Города Поволжья в средние века. – М., 1974.

Смирнов А.П., Мерперт Н.Я. Из далекого прошлого народов Среднего Поволжья // По следам древних культур. От Волги до Тихого океана. М., 1954.

Смолмен, Ашби. Современная металлография. – М., 1970.

Старостин П.Н. Памятники именьковской культуры. САИ. Вып. ДІ-32. М.: Наука, 1967.

Старостин П.Н., Хомутова Л.С. Железообработка у племен именьковской культуры // СА. – 1981. – № 3.

Сташенков Д.А. Металлургический комплекс Новинковского I селища на Самарской Луке // Материалы и исследования по средневековой археологии Восточной Европы. – Казань, 2009.

Степанов П.Д. Ош-Пандо. – Саранск, 1967.

Стоксова Н.Н. Появление железа и первые способы его получения // Тр. Ин-та истории естествознания и техники. Т. 22. – М., 1960.

Терехова Н.Н. Древнейшие орудия из метеоритного железа на территории России // Международная конференция по применению методов естественных наук в археологии. Тез. док. Ч. 1. – СПб., 1994.

Толмачева М.М. Отчет о металлографическом исследовании коллекции кузнечной продукции Муромского городка / Архив кабинета археологии Самарского государственного университета.

Толмачева М.М. Техника металлического производства Волжской Болгарии X–XIII вв. по данным металлографии // Естественные науки и археология в изучении древних производств. – М., 1982.

Толмачева М.М. Техника обработки железа в степном регионе салтовской культуры // Естественные научные методы в археологии. – М., 1989.

Толмачева М.М. Обработка черного металла в Хазарском каганате (по материалам памятников междуречья Дона и Северского Донца). Автореф. дис. ... канд. ист. наук. – М., 1990.

Фахрутдинов Р.Г. Археологические памятники Волжско-Камской Болгарии и ее территория / отв. ред. А.Х. Халиков. – Казань: Таткнигоиздат, 1975.

- Федоров-Давыдов Г.А.* Болгарское городище-святылище X–XI вв. // СА. – 1962. – № 4.
- Федоров-Давыдов Г.А.* Тигашевское городище // МИА. – 1962. – № 111.
- Федоров-Давыдов Г.А.* Кочевники Восточной Европы под властью золотоордынских ханов. – М.: Изд-во МГУ, 1966.
- Черных Е.Н.* Металл, человек, время. – М.: Наука, 1972.
- Халиков А.Х.* Усадьба ремесленников-металлургов // Исследования Великого города. – М., 1976.
- Халиков Н.А.* Земледелие татар Среднего Поволжья и Приуралья XIX – начала XX в. / отв. ред. Р.Г. Кузеев. – М.: Наука, 1981.
- Халикова Е.А.* Ранневенгерские памятники Нижнего Прикамья и Приуралья. – СА. – 1976. – № 3.
- Хлебникова Т.А.* Основные производства волжских болгар. Автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Казань, 1964.
- Хлебникова Т.А.* Керамика памятников Волжской Булгарии: к вопросу об этнокультурном составе населения / отв. ред. С.А. Плетнева. – М.: Наука, 1984.
- Хлебникова Т.А.* История археологического изучения Болгарского городища. Стратиграфия, топография // Город Болгар. Очерки истории и культуры. – М., 1987.
- Хомутова Л.С.* История железообрабатывающего производства у дославянского населения Волго-Окского междуречья в I тысячелетии н.э. Автореф. дис. ... канд. ист. наук. – М., 1981.
- Хузин Ф.Ш.* Великий город на Черемшане. Стратиграфия, хронология. Проблемы Биляр-Булгара / отв. ред. А.Х. Халиков. – Казань, 1995.
- Хузин Ф.Ш.* Булгарский город в X – начале XIII вв. / отв. ред. А.М. Белавин. – Казань: Мастер-Лайн, 2001.
- Хузин Ф.Ш.* Ранние булгары и Волжская Булгария (VIII – начало XIII в.) / отв. ред. Г.Н. Белорыбкин. – Казань, 2006.
- Шпилевский С.М.* Древние города и другие булгаро-татарские памятники в Казанской губернии. – Казань, 1877.
- Chalikova E.A., Kazakov E.P.* Le cimetiére de Tankeevka // Les anciens hongrois et les ethnies voisines a l'Est. – Budapest, 1977.
- Chalikova E.A., Chalikov A.H.* Altungarn an der Kama und im Ural. (Das Gräberfeld von Bolschie Tiganí) / Régészeti Füzetek, ser. II, No 21. – Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum, 1981.
- Pleiner R.* Stare Evropske kovarstvi. – Praha, 1962.
- Piaskowski I.* Cechy charakterystyczne zelaznych produkowanych przez starozytnych hutnikow w Gorach Swietokrzyskich w okresie wp ywow rzymskich, I–IV ww. n.e. // Studia z dziejow gornictwa. – Wroclaw, 1963. – T.VI.
- Tallgren A.M.* Kollektion Zaoussailov. T. II. – Helsingfors, 1919.
- Thomsen R.* Metallografische Untersuchungen an wikingerzeitlichen Eisenbarren aus Haithabu // Berichte über die Ausgrabungen in Heithabu. – Neumünster, 1971. – № 5.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО - Археологические открытия

КСИИМК – Краткие сообщения Института истории материальной культуры

КСИА - Краткие сообщения Института археологии

МИА – Материалы и исследования по археологии СССР

СА – Советская археология. М.

ТАБЛИЦЫ

Таблица 1. Распределение металлографически исследованных кузнечных изделий раннеболгарского периода по археологическим памятникам.

NN п/п	Категории изделий	Памятники							Всего:
		Новинковский могильник	Б.Тарханский могильник	Абрамовское поселение	Б.Тиганский могильник	Мог. У 116 кв.	Танкевский могильник		
1	ножи	5	8	1	5		12		31
2	топоры	1					19		20
3	мотыжки	2					4		6
4	серпы						1		1
5	скобели	2							2
6	кресала		5						5
7	скобы						1		1
8	стержни	1					2		3
9	пряжки	8	4	1	1		5		19
10	наконечники стрел	5	8		9	2	8		32
11	наконечники копий	2	1				1		4
12	сабли	2	1		5	1			9
13	перекрестия от сабель	1							1
14	колчанные крючки	3	1						4
15	скобы от колчанов				1				1
16	«ножи» с волнообразным навершием	2							2
17	стремена	5	4		2				11
18	удила	5	3		3		8		19
19	кольца от удил	1			1	1			3
20	скобы от удил	1							1
Всего:		46	35	2	27	4	61		175

Таблица 2. Распределение металлографически исследованных кузнечных изделий раннеболгарского периода по технологическим схемам.

NN пп	Категории изделий	Технологические схемы												Всего	Из них
1	ножи	4	8	12	1	5							1	31	22
2	топоры		9	4		1		2					1	20	12
3	мотыжки		1	3				1					1	6	6
4	серпы	1												1	
5	скобели		1	1										2	2
6	кресала		1	1	1		1	1					1	5	5
7	скобы	1												1	
8	стержни	1	1		1									3	1
9	пряжки	5	7	2										19	4
10	наконечники стрел	6	5	2	12	6							1	32	4
11	наконечники копий		1	1									2	4	3
12	сабли	2	1	1	4	1			1					9	7
13	перекрестия от сабель	1												1	
14	колчаные крючки	1	2		1									4	
15	скобы от колчанов	1												1	
16	«ножи» с волнообразным навершием		1	1										2	1
17	стремена	5	4		1	1								11	
18	удила	5	7	4	2	1								19	
19	кольца от удил	2	1											3	
20	скобы от удил	1												1	
Всего:		27	35	17	41	33	3	6	2	4	1	6	175	67	
Всего в %		15,4	20	9,7	23,4	18,9		1,7	1,1	2,3	0,6	3,4	100	38,3	
Всего в % по технологическим группам		К 1-й технологической группе – 153 (87 %)												К 2-й технологической группе – 22 (2,3%)	

Таблица 3. Технологические схемы кузнечных изделий из Новинковского мотильника.

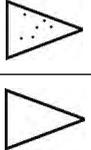
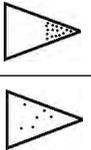
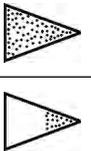
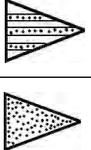
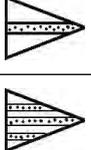
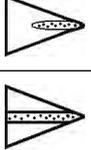
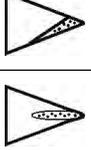
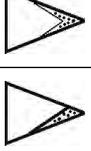
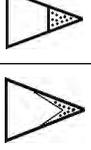
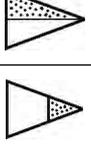
NN	Категории изделий	Технологические схемы										Всего:	Из 	
														
1	ножи	1		1	3								5	2
2	топоры	1											1	
3	мотыжки				2								2	2
4	скобели			1	1								2	2
5	стержни	1											1	
6	пряжки	2	4	2									8	1
7	наконечники стрел	2		2	2								6	
8	наконечники копий											2	2	
9	сабли		1	1									2	1
10	перекрестия от сабель	1											1	
11	колчаные крючки		2	1									3	
12	«ножи» с валлотовидным навершием			1	1								2	
13	стремена	3	2										5	
14	удила		3	2									5	
15	кольца от удил	1											1	
16	скобы от удил		1										1	
Всего:		12	13	5	8	7							47	6
Всего в%		25,5	27,7	10,6	17	14,9							100	12,8
Распределение кузнечных изделий по технологическим группам		Технологическая группа I					Технологическая группа II					100		
		45 экземпляра (95,7%)					2 экземпляра (4,3%)							

Таблица 4. Технологические схемы кузнечных изделий из Танкеевского могильника.

NN пп	Категории изделий	Технологические схемы										Всего	Из них
													
1	топоры		8				2		1	3	1	19	10
2	ножи	1				5	1		1		1	12	6
3	тесла-мотыжки		1	1						1	1	4	4
4	серпы		1									1	
5	удила	4	1	2	1							8	
6	стремена				1							1	1
7	наконечники стрел	1	3		3						1	8	2
8	наконечники копий			1								1	1
9	пряжки		1		3			1				5	2
10	стержни							1				1	
11	скобы		1									1	
Всего:		6	7	12	16	7	3	2	4	4	4	61	26
Всего в %		9,8	11,5	19,7	26,2	11,5	4,9	3,3	6,6	6,6	6,6	100	42,6
Всего по технологическим группам		к 1-й технологической группе										к 2-й технологической группе	
		48 (78,7%)										13 (21,3%)	

Таблица. 5. Технологические схемы кузнечных изделий из Больше-Тиганского могильника

NN п/п	Категории изделий	Технологические схемы						Всего:	Из них: 
									
1	ножи		1		3	1		5	3
2	наконечники стрел	2	1	1	4		1	9	1
3	сабли		1		4			5	4
4	скобы от колчанов					1		1	
5	удила		1			1	1	3	
6	стремена	1				1		2	
7	кольца от удил		1					1	
8	пряжки	1						1	
Всего:		4	5	1	11	4	2	27	8
Всего в %		14,8	18,	3,7	40,7	14,8	7,4	100	27,6
Всего по технологическим группам		к 1-й технологической группе 25 (92,6%)				ко 2-й технологической группе 2 (7,4%)			

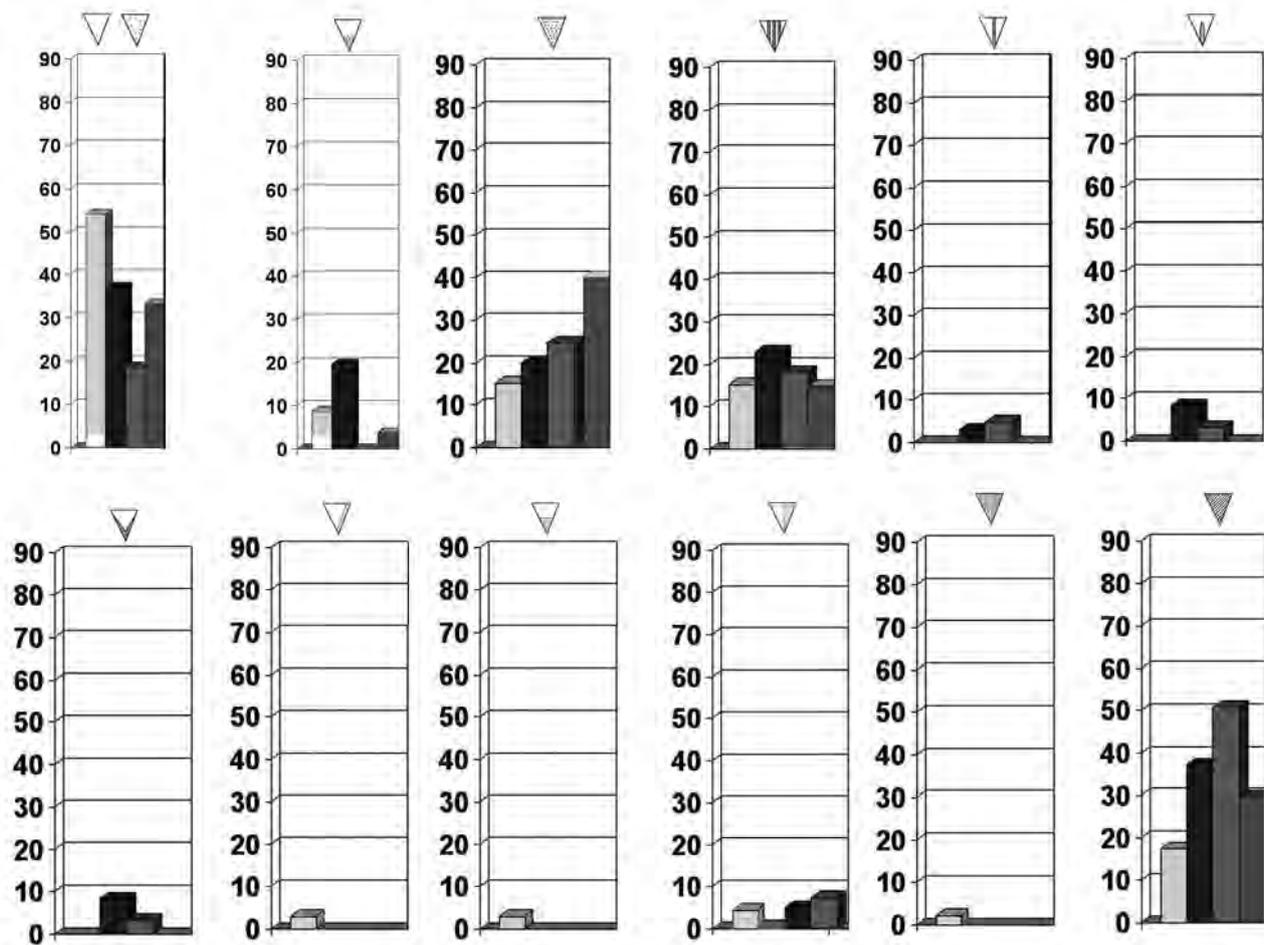
Таблица. 6. Технологические схемы кузнечных изделий из могильника у 116 километра.

NN	Категории изделий	Технологические схемы			
					
1	сабля			1	3
2	наконечники стрел		2		3
3	кольца	1			1

Таблица 7. Технологические схемы кузнечных изделий из Больше-Тарханского могильника.

NN	Категории изделий	Технологические схемы									Всего:	Из Них:	
													
1	ножи		1		1	3		3				8	6
2	кресала			1		1		1	1	1		5	5
3	стремена		3	1								4	
4	удила		2		1							3	
5	пряжки	2	1		1							4	
6	наконечники стрел	2	1		3	2						8	
7	наконечники копий					1						1	1
8	сабли					1						1	1
9	колчанные крючки	1										1	
Всего:		5	8	0	7	8	1	3	1	1	1	35	13
Всего в %		14,3	22,9	0	20	22,9	2,9	8,6	2,9	2,9	2,9	100	37,1
Распределение кузнечных изделий по технологическим группам		Технологическая группа I									Технологическая группа II		
		28 экз. (80%)									7 экз. (20%)		

Таблица 8. Распределение технологических схем кузнечной продукции Волжской Булгарии раннеболгарского периода по археологическим памятникам.



Условные обозначения:



Таблица. 9. Распределение металлографически исследованной кузнечной продукции Волжской Булгарии домонгольского периода по археологическим памятникам.

№ п/п	Категории изделий	Памятники сельского типа							Памятники городского типа			Всего по домонгольскому периоду:
		Мурзинское селище	Измерское селище	I Старорокуйбышевское селище	Семеновское селище	IV Старорокуйбышевское селище	Старорокуйбышевское городище	Всего:	Муромский городок	Бигляр	Всего:	
1	ножи	14	6	5	3	3		31	18	58	76	107
2	топоры					1		1	7	19	26	27
3	тесла		1					1	3	11	14	15
4	долота								3	3	6	6
5	скобели				1			1	1	1	2	3
6	серпы								3	2	5	5
7	косы								4	3	7	7
8	чересла									2	2	2
9	сошники									1	1	1
10	наральники								2	1	3	3
11	лемехи								1	1	2	2
12	мотыжки								5	5	10	10
13	кресала								5	6	11	11
14	иглы									5	5	5
15	шилъя									5	5	5
16	вилки									2	2	2
17	дверные пробои				1			1	1	2	3	4
18	скобы				1			1		2	2	3
19	гвозди		1					1		2	2	3
20	гирьки				1			1	1	1	2	3
21	косыри									2	2	2
22	светцы									1	1	1
23	ножницы			1				1	1	3	4	5
24	рыболовные крючки		1					1		3	3	4
25	гарпуны									1	1	1
26	зубила									6	6	6
27	молотки									2	2	2

28	секачи								1	1	1	
29	кузнечные клещи								1	1	1	
30	пуансоны				1			1	1	1	2	
31	наконечники стрел		2		2			4	14	43	57	61
32	наконечники копий и пик			1				1	2	5	7	8
33	боевые ножи									1	1	1
34	«чесноки»									1	1	1
35	перекрестия сабель									1	1	1
36	булавы									1	1	1
37	арбалетные крюки									2	2	2
38	стремена									2	2	2
39	удила						2	2				2
40	ледоходные конские шипы									1	1	1
41.	скребницы									1	1	1
42	сверла									1	1	1
43	крюки		1					1	2	1	3	4
44	кайла									1	1	1
45	пружины от замков					3		3	1		1	4
46	ключи от замков		1		1			2				2
47	надфели, напильники				1			1	1		1	2
48	заготовки инструментов								5		5	5
49	пряжки					1		1				1
50	ведерные петли		1					1				1
51	звенья от цепей				1			1				1
52	пробойники		1					1				1
53	втоки								1		1	1
54	пешни									1	1	1
всего:		14	17	7	14	7	2	61	81	216	216	358

Таблица. 10. Технологические схемы кузнечных изделий из сельских памятников
Волжской Булгарии домонгольского периода.

NN	Категории изделий	Технологические схемы									Всего:	Из 	
													
1	ножи	6	3	7	1	1	3	5	4	1	31	18	
2	топоры	1									1		
3	тесла								1		1		
4	скобели							1			1		
5	дверные пробои	1									1		
6	скобы		1								1		
7	гвозди			1							1		
8	гирьки			1							1		
9	ножницы										1		
10	рыболовные крючки	1									1		
11	пуансоны				1						1	1	
12	наконечники стрел	2	2								4		
13	наконечники копий и пик		1								1		
14	удила		2								2		
15	крюки		1								1		
16	пружины от замков		1			2					3	1	
17	ключи от замков		2								2		
18	надфили, напильники				1						1	1	
19	детали от замков		2								2		
20	пряжки	1									1		
21	ведерные петли		1								1		
22	Звенья от цепи	1									1		
23	пробойники						1				1	1	
Всего:		14	15	9	5	2	4	6	5	1	61	22	
Всего в %		22,9	24,6	14,8	8,2	3,27	6,6	9,8	8,2	1,6	100	36,6	
Распределение кузнечных изделий по технологическим группам		Технологическая группа I					Технологическая группа II					100	
		43 экземпляра (70,5%)					16 экземпляров (9,8%)						

Таблица 11. Распределение металлографически исследованных кузнечных изделий из Муромского городка по технологическим схемам.

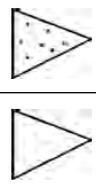
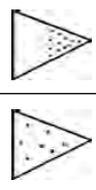
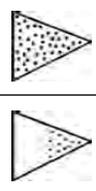
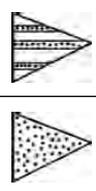
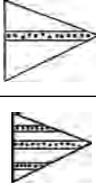
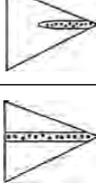
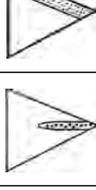
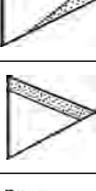
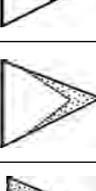
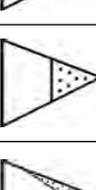
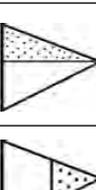
NN пп	Категории изделий	Технологические схемы											Всего	Из них	
															
1	ножи	4					7	1				4	1	18	12
2	наконечники стрел	12			2									14	
3	наконечники копий	1	1											2	
4	втоки	1												1	
5	серпы					1								1	
6	кресала			3		1						1		5	5
7	ножницы				1									1	
8	серны	1	1	1		1								3	3
9	косы	1			1		1							4	2
10	лемехи	1												1	
11	сошники			2										2	2
12	топоры	1	2	2			1					1	1	6	4
13	долота	1			2									3	2
14	тесла-мотыжки	2				3								5	3
15	тесла		1		1								1	4	3
16	скобели	1			1									1	1
17	крюки		2											2	
18	пробои												1	1	
19	пружины от замков	1												1	
20	заготовки инструментов	5												5	1
21	проволоки		1											1	
22	предметы неопределенного назначения	2												2	
Всего:		31	7	5	9	8	9	2	0	6	4	82	37	100	45
Всего в %		37,8	8,5	6,1	11	9,8	11,2	2,4	0	7,3	4,9	100	45	100	45
Всего по технологическим группам в %		К 1-й технологической группе – 69 (73,2 %)											К 2-й технологической группе – (26,8%)		

Таблица 12. Распределение кузнечной продукции Билыра по технологическим схемам.

NN пп	категории изделий	Технологические схемы													всего	Из них			
1	ножи	4	1	3	8	6	18	8	6	4							58		40
2	топоры	1	2	1	4	1	6	2	1								19		11
3	тесла	1	1	1	4	2		1					1				11		8
4	долота				1		1										3		3
5	скобели	1															1		1
6	серпы		1			1											2		1
7	косы-горбуши					1	2										3		3
8	плужные ножи - чересла			1										1			2		2
9	наральники					1											1		1
10	сошники													1			1		1
11	лемехи														1		1		1
12	мотыжки	2	1			2											5		5
13	Кресала		1		4				1								6		4
14	иглы		3		2												5		2
15	пиляля		2			1			1	1							5		2
16	вилки	1				1											2		2
17	Дверные пробой	1				1											2		2
18	гвозди		1														1		1
19	пешни	1															1		1
20	скобы		2														2		1
21	гирьки		2														2		2
22	косыри			2													2		2
23	светцы		1														1		1
24	ножницы	1							1								3		1
25	рыболовные крючки		1		1												3		3

26	гарпуны	1																	1		
27	зубила			2												1				6	6
28	молотки			1												1				2	2
29	секачи			1																1	1
30	кузнечные клещи						1											1		2	
31	пуансоны		1																	1	1
32	наконечники стрел	18	11	1	7	3					1	1								43	8
33	наконечники копий и пик	2		2	1															5	
34	боевые ножи									1										1	
35	«чесноки»		1																	1	
36	перекрестия сабель	1																		1	
37	булавы				1															1	1
38	арбалетные крюки	1			1															2	1
39	стремена		1							1										2	
40	ледоходные конские шипы	1																		1	
41	скребницы						1													1	
42	сверла					1										1				2	2
43	крюки	1																		1	
44	кайла		1																	1	
Всего:		38	34	11	38	23	32	12	13	6	2	3	1	4	217	96					
Всего в %		33,2	5,1	17,5	14,8	6	0,92	1,4	0,5	1,85	73 (33,6%)				100	44,2					
Всего по технологическим группам		144 (66,4%)																		%	

Таблица 13. Технологические схемы кузнечных изделий из городских центров Волжской Булгарии домонгольского периода.

NN	Категории изделий	Технологические схемы										Всего:	Из них 	
														
1	ножи	8	1	3	9	6	8	25	7	-	8	1	76	52
2	топоры	3	2	3	4	1	3	7	3	-	-	-	26	15
3	тесла	1	1	1	4	3	1	-	-	1	-	2	14	11
4	долота	1	-	-	3	-	-	1	-	1	-	-	6	1
5	скобели	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	2
6	серпы	-	2	-	1	1	-	-	-	1	-	-	5	3
7	косы	1	-	1	-	2	-	3	-	-	-	-	7	7.
8	чересла	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-
9	сошники	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
10	наральники	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	3	2
11	лемехи	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-
12	мотыжки	4	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-	10	3
13	кресала	-	1	-	7	-	1	-	1	1	-	-	11	9
14	иглы	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5	2
15	шилья	2	-	-	-	1	-	-	1	1	-	-	5	2
16	вилки	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-
17	дверные пробой	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	3	-
18	скобы	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
19	гвозди	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
20	гирьки	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
21	косыри	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
22	светцы	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
23	ножницы	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	4	-
24	рыболовные крючки	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	3	-
25	гарпуны	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
26	зубила	-	-	-	2	-	-	3	-	1	-	-	6	6

27	молотки	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2	2
28	секачи	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
29	кузнечные клещи	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1
30	пуансоны	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
31	наконечники стрел	30	11	1	1	7	5	1	-	-	-	1	-	1	57	8	8
32	Наконечники копий и пик	3	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
33	боевые ножи	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
34	«чесноки»	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
35	Перекрестия сабель	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
36	булавы	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
37	арбалетные крюки	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1
38	стремена	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1
39	ледоходные конские шипы	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
40.	скребницы	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
41	сверла	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	2	2
42	крюки	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
43	кайла	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
44	пружины от замков	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
45	надфели, напильники	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
46	заготовки инструментов	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	1
47	втоки	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
48	пешни	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Всего:		70	39	17	46	34	34	14	40	13	8	10	6	297	127	127	
Всего в %																	
Распределение кузнечных изделий по технологическим группам		Технологическая группа I						Технологическая группа II						100			
		206 экземпляров (69,4 %)						91 экземпляр (30,6 %)									

Таблица 14. Распределение технологических схем на кузнечной продукции Волжской Булгарии домонгольского периода по археологическим памятникам

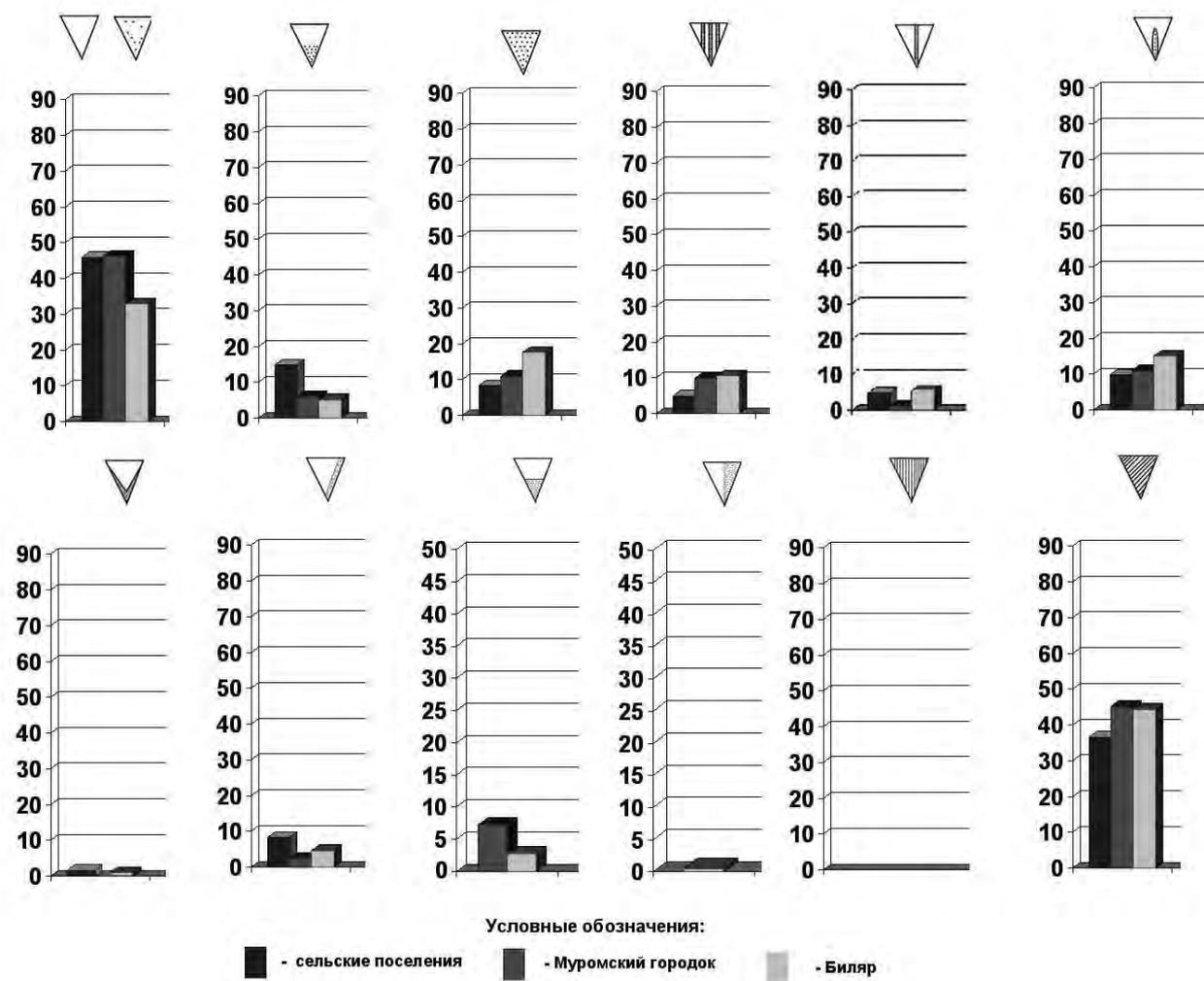
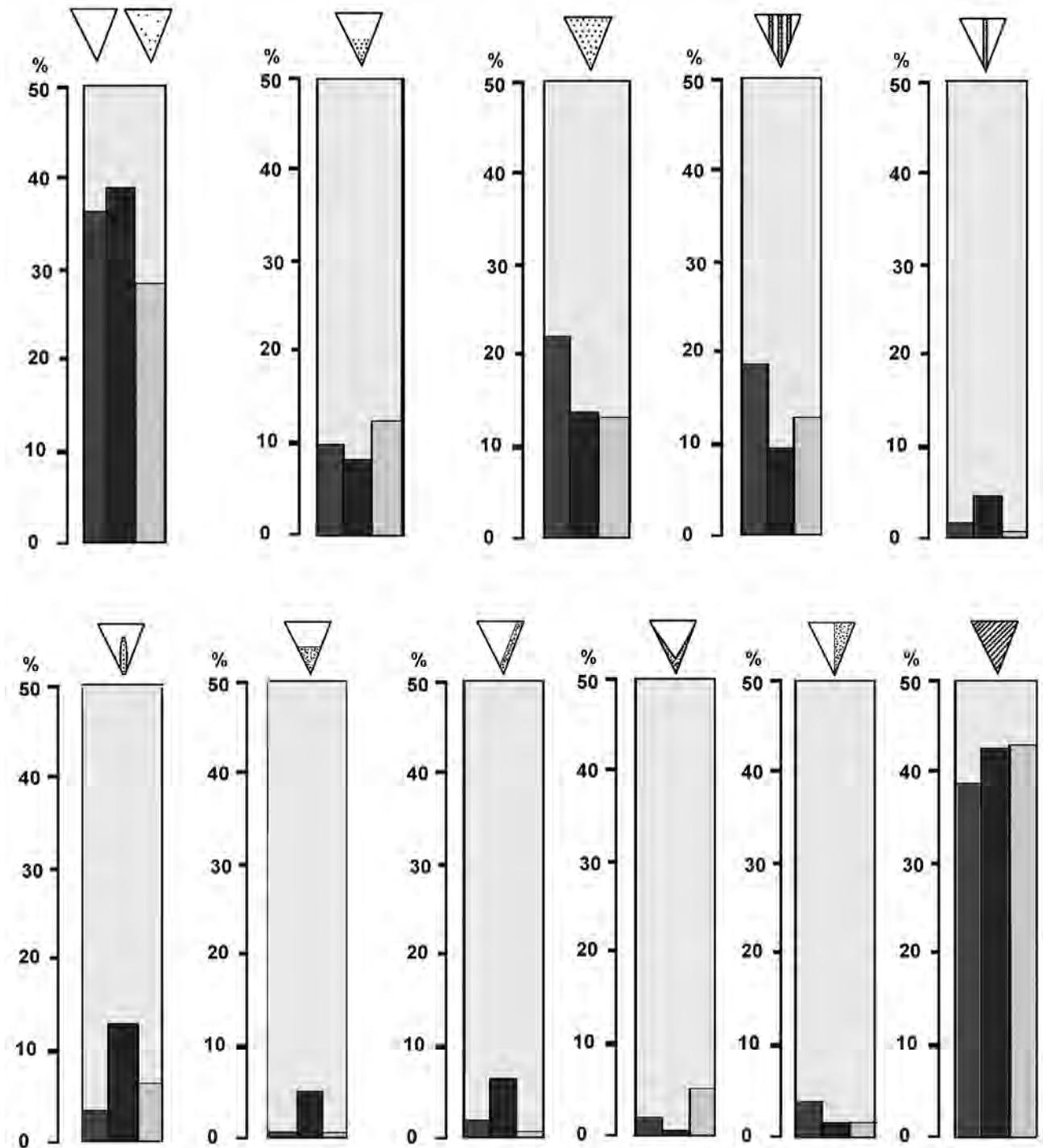


Таблица. 15. Распределение технологических схем на кузнечной продукции Волжской Булгарии раннеболгарского, домонгольского и золотоордынского периодов.



Условные обозначения:

- кузнечные изделия раннеболгарского периода;
- кузнечные изделия домонгольского периода;
- кузнечные изделия золотоордынского периода.

Таблица I. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из Новинковского мотильника.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
1	1А		удила	феррит,	151 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами незначительного науглероживания.
2	1Б		удила	феррито-перлит	221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами незначительного науглероживания.
3	2		удила	феррит, феррито-перлит	160 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки сырцової стали.
4	3		топор	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос кричного железа.
5	4		стремя	феррит	274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
6	5		стремя	феррит	170 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами незначительного науглероживания.
7	6		мотыжка	сорбит, мелкоингольчатый мартенсит	420 кг/мм ² 572-642 кг/мм ²	Технология пакетного металла- сварка стальных полос. Термообработка.
8	7		предмет неопределенного назначения	Феррит, Феррито-перлит,	141 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами незначительного науглероживания.
9	8	курган 19, насыпь	наконечник стрелы	феррит	135-170 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
10	9		наконечник стрелы	феррит	193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
11	10		наконечник стрелы	феррито-перлит, перлит	274-350 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.
12	11	курган 8, погр.2	стилет с волотообразным навершием	феррито-перлит	206-221 кг/мм ²	Технология пакетного металла. Сварка полос мало и среднеуглеродистой стали.
13	12	курган 24, погр.5	нож	Феррит, феррито-перлит, мартенсит	192 кг/мм ² 274 кг/мм ² 464-514кг/мм ²	Технология пакетного металла(сварка стальных и железных полос) с резкой закалкой.
14	13	курган 15, погр.7	фрагмент ножа	феррит	193-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа, сваренной из однородного металла.
15	14	курган 8, погр.5	стремя	феррит, перлит	181 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с участками вторичного науглероживания.
16	15	курган 8, погр.5	стремя	феррит	135 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
17	16	курган 14, погр.3	колчаный крючок	феррито-перлит	206-236 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.

18	17	курган 13, погр.2	пряжка от конской сбруи	феррит, перлит, сорбит	193 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с участками непреднамеренного науглероживания. Мягкая закалка.
19	18	курган 24, погр.6	фрагмент скобеля	перлит	297-322 кг/мм ²	Ковка из предварительно науглероженной цельностальной заготовки. Термообработка.
20	19	курган 14, погр.3	фрагмент скобеля	феррит, феррито-перлит, мартенсит мелкодисперсный, мартенсит крупноиглольчатый,	236 кг/мм ² 236 кг/мм ² 824 кг/мм ² 350-572 кг/мм ²	Технология пакетного металла (сварка стальных и железных полюс). Термообработка - резкая закалка.
21	20	курган 24, погр.9	нож	мартенсит крупноиглольчатый, мелкоиглольчатый,	464-642 кг/мм ² 964кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки с резкой закалкой.
22	21	курган 14, погр.3	нож	феррит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Технология пакетного металла.
23	22	курган 14, погр.5	стиллет с волнообразным навершием	Феррит, феррито-перлит,	221 кг/мм ² 254-322 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стальной заготовки.
24	23	курган 24, насыпь	пряжка	феррит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка из заготовки мягкой сырьевой стали.
25	24	курган 13, погр.2	пряжка	феррито-перлит, перлит	254 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стальной заготовки.
26	25	курган 24, погр.6	колчаный крючок	феррит, феррито-перлит	181-193 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стальной заготовки.
27	26	курган 23, насыпь	пряжка	феррито-перлит	143-181 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стальной заготовки.
28	27		колчаный крючок	феррит, феррито-перлит, перлит	170 кг/мм ² 206 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стальной заготовки.
29	28	курган 13, погр.2	пряжка	феррит	274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
30	29А		сабля	Феррит-перлит, перлит, крупноиглольчатый мартенсит, мелкоиглольчатый мартенсит	193 кг/мм ² 221 кг/мм ² 297 кг/мм ² 824 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией и резкой закалкой.

31	31	29Б	сабля	феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами науглероживания.
32	30	курган 13, погр.5	язычок пряжки	феррито-перлит	254-274 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки.
33	31	курган 13 погр.5	кольцо от удила	феррит	206 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
34	32	курган 13, погр.2	пряжка	феррито-перлит	236-322 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки.
35	33	курган 24, погр.5	перекрестие от сабли	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
36	34	курган 13, погр.2	наконечник стрелы	феррито-перлит	236-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали
37	35	курган 13, погр.2	наконечник стрелы -	феррит, феррито-перлит	151-181 кг ² /мм 193-206 кг/мм ²	Ковка из кричного железа с поверхностной цементацией
38	36	курган 15, погр.6	Скоба (крепление к узде)	феррит, феррито-перлит	224 кг/мм ² 254 кг/мм	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоы стали.
39	37		удила	Феррит, феррито- перлит	170 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа. Следы непреднамеренного науглероживания.
40	38		скоба от конских удила	феррит, феррито-перлит	135-170 кг/мм ² 206-383 кг/мм ²	Ковка в технологии двухполосной сварки из полос малоуглеродистой высокоуглеродистой стали.
41	39		стремя	Феррит, феррито-перлит	170 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоы стали
42	40		наконечник копья	Феррит, феррито-перлит	135-151 кг/мм ² 206-383 кг/мм ²	Технология двухполосной сварки из высокоуглеродистой и малоуглеродистой стальных полосок
43	41	курган 8, погр.5	наконечник копья	Феррит, феррито-перлит	254-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из трех полосок металла со следами вторичного непреднамеренного науглероживания.
44	42		ножик	феррито- перлит, феррит, сорбит,	297-383 кг/мм ² 206 кг/мм ² 350-383 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла.
45	45		сабля	феррит, феррито-перлит,	143-160 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоы стали.
46	44	курган 8, погр.5	нож	феррит, феррито-перлит, сорбит	206 кг/мм ² 236-350 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Технология пакетования, сварка полос кричного железа и стали. Следы мягкой закалки
47	43	курган 8, погр.б.5	удила	Феррит, феррито-перлит	274 кг/мм ² 297-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали, приготовленной способом кузнечной сварки

Таблица II. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из Больше Тарханского могильника.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
56	1	БТМ-274	удила	феррит, перлит	170 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа. Сварка однородного металла. Следы непреднамеренного науглероживания.
57	2	БТМ-273	удила	феррит, феррито-перлит	151 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцової стали.
58	3	БТМ-322	удила	феррито-перлит однородный	324-322 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.
59	4	БТМ-268	стрема	феррито-перлит однородный	274 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.
60	5	БТМ-111	стрема	феррит, феррито-перлит	120 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами непреднамеренного науглероживания.
61	6	БТМ-322	стрема	феррит, феррито-перлит	193-221 кг/мм ² 181-254 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцової стали.
62	7	БТМ-322	стрема	феррит, феррито-перлит	135-151 кг/мм ² 170-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцової стали.
63	7	БТМ-188	нож	маргеницит, перлит, феррит	383-151 кг/мм ² 297-322 кг/мм ² 193 кг/мм ²	Ковка лезвия ножа из заготовки 3-х слойного пакета с сваркой стальной полосы между железными. Резкая закалка.
64	8а	БТМ-188 N 9	черешок от ножа	Феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка рукоятки ножа из обычного кричного железа со следами вторичного науглероживания.
65	9	БТМ-119	нож	сорбито-проостит, перлит, феррит	350 кг/мм ² 234 кг/мм ² 170-221 кг/мм ²	Ковка лезвия ножа из заготовки с сваркой стальной лезы в основу из пакетного металла. Мягкая локальная закалка
66	10	БТМ-149	нож	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 160-181 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной малоуглеродистой лезы в основу, пакетованную из кричного железа.

67	11	БТМ-305	нож	мартенсит, феррит, перлит	642 кг/мм ² 193 кг/мм ² 336-297 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной лезы в основу из пакетного металла. Резкая закалка.
68	12	БТМ-119	нож	феррито-перлит, сорбитообразный перлит	297 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка в технологии пакетования с помещением в центр стальной полосы. Мягкая закалка.
69	13	БТМ-306	нож	сорбит	350 кг/мм ²	Ковка из цельностальной насквозь процементированной заготовки. Мягкая закалка.
70	14	БТМ-274	нож	феррито-перлит, сорбитообразный перлит	193 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной из однородных полос стали. Мягкая локальная закалка.
71	14	БТМ погр.329	нож	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 206-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоой стали.
72	16	БТМ-10	кресало	феррит, троостит	206 кг/мм ² 464 кг/мм ²	Технология боковой наварки стальной пластиночки на основу из кричного железа. Резкая закалка с отпуском.
73	17	БТМ погр.267	кресало	феррит, троостит	221 кг/мм ² 297-420 кг/мм ²	Ковка в технологии V-образной наварки стальной пластины на основу из кричного железа. Резкая закалка и отпуск на троостит.
74	18	БТМ погр.106	кресало	мартенсит, сорбит	514-824 кг/мм ² 236-322 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки, сваренной из нескольких отдельных пластинок. Резкая закалка.
75	19	БТМ-80	кресало	мартенсит, феррит	464 кг/мм ² 193-221 кг/мм ²	Технология наварки стальной пластины, на основу, пакетованную из железных полос. Резкая закалка.
76	20	БТМ-140	кресало	мартенсит, сорбит, феррит	464-642 кг/мм ² 322 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Технология трехслойного пакета - вварка стальной полосы между железными. Резкая закалка.
76 а	21	БТМ	колчаный крючок	феррит	181 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
77	22	БТМ погр.340	наконечник стрелы (черешок)	феррит, феррито-перлит, сорбит	236 кг/мм ² 383-420 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла – сварка стальных и железной полос. Возможно, была мягкая закалка на сорбит.
78	23	БТМ	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 236-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка полос кричного железа и стали.

79	24	БТМ-20	наконечник ст релы	феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравно мерно науглероженной сырцово́й стали.
80	25	<u>БТМ</u> погр.340	наконечник стрелы	феррит, феррито- перлит	236 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из цельностальной насквозь процементированной заготовки. Следы поверхностного обезуглероживания в результате перегрева стали.
81	26	БТМ-151	наконечник стрелы	феррит	254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
82	27	БТМ-117	наконечник стрелы	феррит	181-193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
83	28	БТМ-63	наконечник стрелы	феррито-перлит	274-297 кг/мм ²	Ковка из цельностальной насквозь процементированной заготовки.
84	29	БТМ-876	наконечник стрелы	феррито-перлит	274-297 кг/мм ²	Ковка из цельностальной насквозь процементированной заготовки
85	30	<u>БТМ</u> погр.322	наконечник копья	феррит, феррито- перлит, сорбито- троостит	181 кг/мм ² 274 кг/мм ² 322-350 кг/мм ²	Технология сварки стальной пластины между полосами пакетованного железа и стали. Мягкая закалка.
86	31	БТМ	пряжка	феррит, феррито- перлит	236 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной сырцово́й стали.
87	32	БТМ-274	пряжка	Феррит однородный	170-181 кг/мм	Ковка из заготовки кричного железа.
88	33	БТМ-178	пряжка	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла.
89	34	БТМ	пряжка	феррит	151-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
90	35	БТМ	сабля	феррит, феррито- перлит, мартенсит	181 кг/мм ² 221-297 кг/мм ² 824-946 кг/мм ²	Технология сварки стальной полосы в основу из пакетного металла. Резкая закалка.

Таблица. III. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из Танкеевского могильника.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
84	1	погр.180	топор	феррито-перлит сорбит	206 кг/мм ² 236-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки мягкой сырьевой стали. Поверхностная цементация и мягкая закалка.
85	2	погр.21	топор	феррит, сорбит, феррито-перлит	236-274 кг/мм ² 274-297 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа, поверхностная цементация и мягкая закалка. Следы сильного перегрева изделия - увеличенный размер зерен феррита.
86	3	погр.90	топор	феррито-перлит, троостит	254-274 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка полос стали. Возможна мягкая закалка.
87	4	погр.221	топор	феррито-перлит, троостит	254-274 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Технология V-образной наварки стальной пластины на основу из неравномерно науглероженной сырьевой стали. Мягкая закалка.
88	5	погр.64	топор	феррит, сорбит	221 кг/мм ² 254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа, поверхностная цементация и мягкая закалка.
89	6	погр.96	топор	феррит, феррито-перлит, мартенсит	170 кг/мм ² 221-254 кг/мм ² 514-572 кг/мм ²	Технология сварки стальной полосы в основу, пакетованную из неравномерно науглероженной сырьевой стали и кричного железа. Резкая закалка.
90	7	подъемный материал с территории могильника	топор	феррито-перлит, сорбит, троостит мартенсит	221 кг/мм ² 383-420 кг/мм ² 514-1290 кг/мм ²	Технология V-образной наварки стальной полосы на основу из сырьевой стали.
91	8	погр.158	топор	феррит	193-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка полос кричного железа.
92	9	погр.89	топор	феррит, феррито-перлит, перлит, троостит	181 кг/мм ² 193-221 кг/мм ² 236 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей поверхностной цементацией и мягкой закалкой.

93	10	погр.245	топор	Феррито-перлит, сорбито-троостит	297 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки. Мягкая закалка.
94	11	погр.195	Тесло-мотыжка	феррит, феррито-перлит, сорбит	170 кг/мм ² 206 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Технология V-образной наварки стальной полосы на основу из кричного железа. Мягкая закалка.
95	12	погр.12	тесло-мотыжка	Феррито-перлит, сорбит	236 кг/мм ² 322-350 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла с последующей поверхностной цементацией и мягкой закалкой.
96	13	погр.315б	топор	перлит сорбитообразный, мартенсит мелкодисперсный	251-274 кг/мм ² 420 кг/мм ² 724-946 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки. Резкая локальная закалка.
97	14	погр.369	нож	перлит, феррито-перлит	254-322 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка полос высокоуглеродистой и неравномерно науглероженной стали.
98	15	погр.408	наконечник стрелы	феррито-перлит	193 кг/мм ² 206-254 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки.
99	16	погр.406	серп	феррито-перлит неоднородный	193-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали.
100	17	погр.363	удила	феррит, феррито-перлит	135 кг/мм ² 193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа. Следы вторичного науглероживания во времяковки.
101	18	<u>Раскол VIII</u> кв.1/Б	удила	феррит, феррито-перлит	135-170 кг/мм ² 206-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа, сформованной кузнечной сваркой однородного металла. Следы науглероживания в процессе кузнечной сварки.
102	19	погр.384	пряжка	сорбит, перлит, феррит	383 кг/мм ² 297 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной по типу 3-х слойного пакета. Мягкая закалка.
103	20	погр.310	удила	феррито-перлит пластинчатый	206-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
104	21	погр.176	удила	феррит	206-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.

105	22	погр.304	удила	феррит, феррито-перлит	170 кг/мм ² 170 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с незначительным науглероживанием (цементация).
106	23	погр.775	удила	феррит	181-206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
107	24	погр.779	удила	феррит, перлит, феррито-перлит	160-170 кг/мм ² 193-274 кг/мм ² 193 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали с последующей поверхностной цементацией.
108	25	погр.785	нож	феррито-перлит, сорбит, троостито-мартенсит	234-274 кг/мм ² 350-464 кг/мм ² 572 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки. Следы резкой закалки.
109	26	погр.543	скоба	феррито-перлит, перлит	221-274 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоой стали.
110	27	погр.543	Наконечник стрелы	сорбито-троостит, сорбит	464 кг/мм ² 350-383 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки. Мягкая закалка.
111	28	погр.540	стержень	сорбит однородный	322-350 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки. Мягкая закалка
112	29	погр.251	нож	перлит, сорбит, сорбит, перлит	254-274 кг/мм ² 350 кг/мм ² 322 кг/мм ² 236-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла сварка стальных полос с разной степенью науглероживания. Мягкая локальная закалка.
113	30	погр.251	нож	перлит пластинчатый с мартенситовой ориентировкой	206-254 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной неравномерно науглероженной заготовки. Следы резкой закалки.
114	31	погр.202	нож	мартенсит, сорбито-троостит	514 кг/мм ² 274-322 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки. Резкая закалка.
115	32	погр.202	удила	феррито-перлит (зернистый), феррит	193-206 кг/мм ² 120 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали.
116	33	погр.202	пряжка	феррит, феррито-перлит	170-193 кг/мм ² 234-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоой стали.
117	34	погр.188	нож	перлит, мартенсит, перлито-сорбит	254 кг/мм ² 420-464 кг/мм ² 297-322 кг/мм ²	Ковка в технологии аналогичной 3-х слойному пакету. Резкая закалка.

118	35	погр.137	нож	сорбито-троостит, перлит	383-464 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из стальных полос. Мягкая закалка.
119	36	погр.190	топор	феррито-перлит, феррит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 170-221 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка стальных и железных полос металла.
120	37	погр.522	нож	мартенсит, сорбит, феррито-перлит	383-464 кг/мм ² 350 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной сваркой стальных высокоуглеродистых и малоуглеродистых полос. Резкая закалка.
121	38	погр.563	топор	Феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 221-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка полос кричного железа и сырцовоой неравномерно науглероженной стали.
122	39	погр.195	тесло-мотыжка	мартенсит, троостит, феррито-перлит	464-824 кг/мм ² 464 кг/мм ² 254-274 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Резкая закалка. Следы поверхностного обезуглероживания в результате перегрева при ковке.
123	40	погр.195	пряжка	сорбит, троостит	322-464 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Мягкая закалка.
124	41	погр.510	Тесло-мотыжка	феррит, сорбит, мартенсит мелкоигольчатый	221 кг/мм ² 297-350 кг/мм ² 642-824 кг/мм ²	Ковка в технологии 2-х полосной сварки - стальной и железной полос с последующей резкой закалкой.
125	42	погр. не указано	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 236-297 кг/мм ²	Ковка из двухполосной пакетной заготовки.
126	43	погр. не указано	пряжка	Перлит однородный	221-274 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.
127	44	погр. не указано	стержень	феррит, перлит	170 кг/мм ² 74 кг/мм ²	Ковка из заготовки сваренной по типу 3-х слойного пакета - стальная полоса помещена между двумя железными.
128	46	погр.581	нож	перлит, феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 206 кг/мм ² 297-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка стальных и железных полос.

129	47	погр.522	нож	сорбит, перлит	322-350 кг/мм ² 287 кг/мм ²	Ковка из заготовки сваренной по типу 3-х слойного пакета с помещением стальной высокоуглеродистой полосы между менее углеродистыми. Мягкая закалка.
130	48	погр. не указано	нож	феррит	143-181 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
131	49	погр. не указано	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	193-206 кг/мм ² 206 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной мягкой сырцовоой стали.
132	50	погр.466	нож	феррито-перлит, мартенсит	254-322 кг/мм ² 464-514 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из неравномерно науглероженной стали. Резкая закалка.
133	51	погр.468	наконечник стрелы	феррито-перлит	206-221 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.
134	52	погр.725	наконечник стрелы	феррит, перлит	181 кг/мм ² 193-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сварка полос стали и железа с различной степенью науглероженности.
135	53	погр.359	топор	феррит, перлит	193-254 кг/мм ² 221-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей поверхностной цементацией.
136	54	погр.348	Наконечник стрелы	феррито-перлит	120-143 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной мягкой сырцовоой стали.
137	55	погр.348	наконечник стрелы	феррит	206-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
138	56	погр.346	топор	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 206 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка в технологии 2-х полосной сварки из кричного железа и неравномерно науглероженной сырцовоой стали.
139	57	погр.999	топор	мартенсит мелкоитальячатый, троостит, сорбит, перлит, пластинчатый, феррит	514-642 кг/мм ² 383 кг/мм ² 294 кг/мм ² 193 кг/мм ² 170 кг/мм ²	Ковка из цельностальной насквозь процементированной заготовки. Резкая локальная закалка.

140	58	погр.917	топор	феррит, перлит, сорбит	170-193 кг/мм ² 206 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа сваренной из однородных полос металла с последующей поверхностной цементацией и мягкой локальной закалкой.
141	59	погр.1016	наконечник копья	феррито-перлит, сорбито-троостит	236 кг/мм ² 274-383 кг/мм ²	Ковка из кричного железа, поверхностная цементация и мягкая закалка.
142	60	погр.960	топор	феррит, перлит	170-193 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей поверхностной локальной цементацией.
143	61	погр.966	стреля	перлит, сорбит	236-274 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из цельностаальной заготовки, сваренной из однородного металла. Возможна мягкая закалка.
144	64	погр.1152	топор	феррит, перлит	193- кг/мм ² 193-254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с поверхностной цементацией.

Таблица IV. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из Больше-Тиганского могильника.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
145	1	АКУ 217/677 погр.68	нож	мартенсит мелкокогальчатый	517-724 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки. Резкая закалка.
146	2	АКУ 217/664 погр.68	нож	феррит, перлит	206 кг/мм ² 254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали.
147	3	АКУ 217/602 погр.48	нож	феррито- перлит	274-350 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки
148	4	АКУ 217/210 погр.12	удила	феррит, феррито- перлит	170 кг/мм ² 170-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки , сваренной из двух полос кричного железа и неравномерно науглероженной стали.
149	5	АКУ 217/206 погр.12	кольцо от удила	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали.
150	6	АКУ 217/206 погр.12	наконечник стрелы	феррит однородный	183-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
151	7	АКУ 217/324 погр.22	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	170-221 кг/мм ² 181-276 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали.
152	8	АКУ 217/324 погр.22	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	236-274 кг/мм ² 193-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией.
153	9	АКУ 217/324 погр.22	наконечник стрелы	феррито-перлит однородный	236-254 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной насквозь процементированной заготовки
154	10	АКУ 217/324 погр.22	наконечник стрелы	мартенсит, феррито-перлит	824-1290 кг/мм ² 221-383 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из двух полос - сталльной и железной с последующей резкой закалкой
155	11	АКУ 217/201 погр.12	наконечник стрелы	однородный феррито- перлит	274 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки
156	12	АКУ 217/206	пряжка	феррит однородный	160-170 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
157	13	АКУ 217/227 погр.14	стремя	феррито-перлит, феррит	236-297 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из сталльных и железных полос
158	14	АКУ 217/227 погр.14	стремя	феррит	143-181 кг/мм ²	Ковка из кричного железа

159	15	АКУ 217 погр.51	удила	феррит, феррито-перлит	193 кг/мм ² 254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из двух полос - однородной неравномерно науглероженной сырьевой стали.
160	16	АКУ 217/227 погр.14	удила	феррит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос кричного железа и сырьевой стали (металлолома).
161	17	АКУ 217/227 погр.14	нож	мартенсит, феррито-перлит, троостит	642-824 кг/мм ² 420 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки, сваренной из двух полос однородного металла с последующей резкой локальной закалкой
162	18	АКУ 217/227 погр.14	наконечник стрелы	феррито-перлит	236-254 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки
163	19	АКУ 217/227 погр.14	наконечник стрелы	феррит	236-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
164	20	АКУ 217/227 погр.14	наконечник стрелы	феррито- перлит	254-350 кг/мм ²	Ковка из заготовки цельностальной заготовки
165	21	АКУ 217/227 погр.8	сабля	феррито-перлит, феррит	170-181 кг/мм ² 170-181 кг/мм ²	Технология наварки стальной полосы на железную основу
166	22	АКУ 217/290 погр.14	сабля	феррито-перлит, мартенсит мелкодисперсный	297-254 кг/мм ² 514-946 кг/мм ²	Ковка из цельностальной, насквозь процементированной заготовки, приготовленной сваркой из однородных полос металла. Резкая локальная закалка
167	23	АКУ 217/200 погр.12	сабля	феррито-перлит, феррит, сорбит	274 кг/мм ² 181 кг/мм ² 322-383 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из двух железных полос и стальной с выходом на лезвие. Мягкая локальная закалка
168	24	АКУ 217/460 погр.33	сабля	феррито-перлит, троостит, мартенсит	322 кг/мм ² 383-464 кг/мм ² 572-1850 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки с последующей резкой закалкой. Применена операция кузнечной сварки при формовке заготовки
169	25	АКУ 217/322 погр.22	сабля	мартенсит	322-642 кг/мм ²	Резкая закалка всего лезвия
170	26	АКУ 217/80 погр.6	нож	мартенсит, феррито- перлит, перлит	542-572 кг/мм ² 274-297 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла (сварка стальных и железных полос). Резкая локальная закалка
171	27	АКУ 1017	скоба от колчана	феррит, феррито-перлит	170-181 кг/мм ² 221-254 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла.

Таблица V. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из могильника у 116 километра.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
172	1	погр.1	сабля	феррито-перлит, мартенсит	221 кг/мм ² 724 кг/мм ²	Ковка из заготовки с наваркой стальной высокоуглеродистой полосы на основу из неравномерно науглероженной сырьевой стали. Резкая закалка
173	3	погр.1	Наконечник стрелы	феррито-перлит, феррит	254 кг/мм ² кг/мм ²	Ковка из заготовки сваренной из нескольких стальных и одной железной пластин металла
174	5	погр.1	наконечник стрелы	феррито-перлит, феррит	254 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной из полос кричного железа и неравномерной сырьевой стали науглероженной сырьевой стали.
175	6	погр.1	кольцо от конской сбруи	феррит	193-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.

Таблица VI. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из Абрамовского поселения.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
176	1	Жилище 2.	нож	феррито-перлит, мартенсит, троостит	297 кг/мм ² 572-824 кг/мм ² 350-464 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из стали
177	2	Жилище 2.	пряжка	феррито-перлит, феррит	274-383 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали.

Таблица. VII. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий с селищ Волжской Булгарии домонгольского периода.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
178	1	Измерское V-е селище	пробойник	феррит, феррито-перлит	254 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой пластины в железную основу, близкая к схеме трехслойного пакета
179	2	Измерское V-е селище	нож	феррит, феррито- перлит мартенсит	236 кг/мм ² 297 кг/мм ² 724 кг/мм ²	Технология боковой наварки высокоуглеродистой стальной пластины на основу из неравномерно науглероженной стали с последующей резкой закалкой
180	3	Измерское V-е селище	деталь от цилиндрического замка	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки мягкой сырцовоой стали
181	4	Измерское V-е селище	деталь от цилиндрического замка	феррит Феррито-перлит	170 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки мягкой сырцовоой стали
182	5	Измерское V-е селище	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 235 кг/мм ²	Ковка из мягкой сырцовоой стали
183	6	Измерское V-е селище	нож	феррит, феррито- перлит	221-254 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из мягкой неравномерно науглероженной сырцовоой стали
184	7	Измерское V-е селище	ключ от цилиндрического замка	феррит, феррито-перлит	193 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из мягкой сырцовоой стали.
185	8	Мурзихинское селище	нож	феррит	193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
186	9	Мурзихинское селище	нож	феррит, перлит	170 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Технология локальной цементации железной основы ножа. Термообработка

187	10	Мурзихинское селище	нож	перлит, феррито-перлит, феррит, мартенсит	297 кг/мм ² 297 кг/мм ² 221 кг/мм ² 514-642 кг/мм ²	Технологическая схема трехслойного пакета с резкой закалкой
188	11	Мурзихинское селище	нож	феррит	105-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
189	12	Мурзихинское селище	нож	феррит, сорбит	221 кг/мм ² 254-297 кг/мм ²	Технология локальной цементации с мягкой закалкой
190	13	Мурзихинское селище	нож	феррито- перлит перлит, сорбит	297 кг/мм ² 383 кг/мм ² 420 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки мягкой сырьцовой стали с последующей локальной цементацией и мягкой закалкой
191	14	Мурзихинское селище	нож	феррит, мартенсит	206-274 кг/мм ² 322-572 кг/мм ²	Технологическая схема трехслойного пакета с последующей резкой закалкой
192	15	Мурзихинское селище	нож	Феррит, мартенсит	206-254 кг/мм ² 420-824 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией и резкой закалкой
193	16	Мурзихинское селище	нож	феррит, феррито- перлит	181-193 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьцовой стали. Цементация
194	17	Мурзихинское селище	нож	феррит	181-193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
195	18	Мурзихинское селище	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	135 кг/мм ² 297 кг/мм ² 514-724 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией и резкой закалкой
196	19	Мурзихинское селище	нож	феррито-перлит	193 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки.
197	20	Мурзихинское селище	нож	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьцовой стали
198	21	Мурзихинское селище	нож	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ²	Ковка из заготовки мягкой сырьцовой неравномерно науглероженной стали
199	22	I Старокуйбышевское селище	ножницы	феррит, феррито-перлит	274 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Технология локальной цементации

200	23	I Старокуйбышевское селище	нож	феррит, феррито-перлит мартенсит мелкоигольчатый	105-160 кг/мм ² 160 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Технологическая схема сварки стальной лезы с последующей резкой закалкой и отпуском
201	24	I Старокуйбышевское селище	нож	феррит, мартенсит мелкоигольчатый, перлит	122-181 кг/мм ² 274-322 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Технология боковой наварки стальной полоски на железную основу с резкой закалкой
202	25	I Старокуйбышевское селище	наконечник копья	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стальной заготовки
203	26	I Старокуйбышевское селище	нож	феррит, троостит, мартенсит	170 кг/мм ² 254 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в железную основу с резкой локальной закалкой и отпуском
204	27	I Старокуйбышевское селище	фрагмент ножа	феррит, мартенсит	206 кг/мм ² 274-420 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в основу из пакетного металла с резкой закалкой
205	28	I Старокуйбышевское селище	нож	феррит	143-151 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
206	29	Измерское селище	крюк для подвешивания мяса	феррит феррито- перлит	181 кг/мм ² 221-254кг/мм ²	Ковка из заготовки сырьевой неравномерно науглероженной стали.
207	30	Измерское селище	нож	Феррит, сорбит, мартенсит	160-206кг/мм ² 322кг/мм ² 946-1290кг/мм ²	Нож откован в технологии боковой наварки стальной пластиночки на основу из кричного железа с последующей резкой закалкой
208	31	Измерское селище	наконечник стрелы	феррит, перлит	236 кг/мм ² 236-254 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из стальных и железных полос
209	32	Измерское селище	мотыжка	феррит, перлит	193 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Технология наварки на основу из кричного железа стальной пластиночки
210	33	Измерское селище	нож	феррит, сорбит, троостит	274 кг/мм ² 322 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Технологическая схема трехслойного пакета с последующей мягкой закалкой

211	34	Измерское селище	нож	Феррит, перлит пластинчатый, мартенсит	322-350 кг/мм ² 946 кг/мм ²	Технологическая схема пакетного металла с выводом на острие лезвия высокоуглеродистой полосы и резкой закалкой
212	35	Измерское селище	крючок рыболовный	однородный феррит	181 кг/мм ²	Ковка из заготовки простого кричного железа, сильно засоренного шлаками
213	36	Измерское селище	дужка от ведра	феррит	274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
214	37	Измерское селище	нож	Феррит, мартенсит мелкодисперсный	236 кг/мм ² 724 кг/мм ²	Технологическая схема V-образной наварки с последующей резкой закалкой стальной полосы
215	38	Измерское селище	гвоздь	Феррито-перлит	236 кг/мм ²	Ковка из заготовки малоуглеродистой сырьевой стали. Возможна цементация
216	40	Семеновское селище	фрагмент ножа	феррит, феррито-перлит	170 кг/мм ²	Технология цементации лезвия ножа.
217	41	Семеновское селище	наконечник стрелы	феррит	221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
218	42	Семеновское селище	пластина с отверстием	феррит феррито-перлит	236-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами вторичного науглероживания.
219	43	Семеновское селище	пробойчик от ларца	феррит	221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
220	44	Семеновское селище	наконечник стрелы	феррит	170-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
221	45	Семеновское селище	нож	феррит	193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
222	46	Семеновское селище	нож	феррит	160-170 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
223	47	Семеновское селище	ключ от цилиндрического замка	феррит феррито-перлит	221 кг/мм ² 221-234 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами незначительного науглероживания
224	48А	Семеновское селище	пуансон	сорбит феррит	350 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка в технологии наварки стальной пластиночки на железную основу с последующей мягкой закалкой

225	48Б	Семеновское селище	пуансон	феррито-перлит		Ковка в технологии наварки стальной пластиночки на железную основу с последующей мягкой закалкой
226	49	Семеновское селище	инструмент типа надфеля	перлит, троостито-сорбит	274 кг/мм ² 350-383 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки с последующей локальной мягкой закалкой
227	50	Семеновское селище	пружина от цилиндрического замка	перлит, феррито-перлит	254-274 кг/мм ² 193-206 кг/мм ²	Ковка пружины из цельносталльной цементированной заготовки
228	51	Семеновское селище	пружина от цилиндрического замка	феррит	170-193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
229	52	Семеновское селище	скобель	перлит, феррит	274 кг/мм ² 170-221 кг/мм ²	Вварка стальной лезы в железную основу.
230	53	Семеновское селище	кольцо от цепи	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 254-274 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной сырцово-стали
231	54	Семеновское селище	фрагмент обуха топора	феррит	206 кг/мм ²	Ковка основного тела топора из кричного железа. Перегрев металла - причина поломки изделия
232	54в	Семеновское селище	пружина от цилиндрического замка	сорбит	322-464 кг/мм ²	Ковка пружины из цельносталльной заготовки с мягкой закалкой
233	55	Семеновское селище	Гирька от весов	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 236-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки малоуглеродистой сырцово-стали. Применена операция кузнечной сварки
234	56	Муромский городок	нож	Феррит, мартенсит	221 кг/мм ² 642 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией и резкой закалкой.
235	57	Муромский городок	нож	феррито- перлит, мартенсит	236-297 кг/мм ² 724 кг/мм ²	Технология сварки высокоуглеродистой стальной лезы в основу из стальной заготовки

236	58	Муромский городок	нож	феррит, троостит, мартенсит	181 кг/мм ² 383 кг/мм ² 642 кг/мм ²	Технология сварки стальной пластины в железную основу. Резкая закалка
237	59	II Старокуйбышевское селище	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	193-206 кг/мм ² 464-724 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в основу из пакетного металла. Резкая закалка
238	60	II Старокуйбышевское селище	нож	Феррит, мартенсит мелкодисперсный	193-206 кг/мм ² 322-642 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
239	61	II Старокуйбышевское селище	нож	феррит, мартенсит мелкодисперсный	193 кг/мм ² 322-724 кг/мм ²	Технологическая схема боковой наварки с резкой закалкой
240	62	II Старокуйбышевское селище	рамка от пряжки	феррит	193-206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
241	63	Старокуйбышевское городище	удила	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 236-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
242	64	Старокуйбышевское городище	удила	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 206-221 кг/мм ²	Ковка из мягкой неравномерно науглероженной сырьевой стали

Таблица. VIII. Результаты металлографических анализов кузнечных изделий из Биллярского городища.

№ п/п	№ анализа	паспортные данные	название предмета	структурные составляющие	микротвердость	примечание, выводы
243	1	Подъем. материал	нож	троостит, феррит	274-350 кг/мм ²	Ковка из цельностальной, сваренной из полос однородного металла заготовки. Конечная операция - мягкая закалка
244	2	Подъем. материал	тесло-мотыжка	феррит	191-274 кг/мм ²	Ковка из цельножелезной заготовки, сваренной из полос однородного кричного железа.
245	3	Подъем. материал	нож	феррит	274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
246	4	Подъем. материал	тесло-мотыжка -	феррит, перлит, мартенсит	193 кг/мм ² 383 кг/мм ² 642 кг/мм ²	Технология ковки из кричного железа с локальной (боковой) цементацией и резкой локальной закалкой
247	5	Подъем. материал	тесло-мотыжка	мартенсит однородный	597-824 кг/мм ²	Ковка из цельностальной высокоуглеродистой заготовки. Резкая закалка
248	6	Подъем. материал	тесло-мотыжка	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 193-297 кг/мм ²	Технология ковки из заготовки пакетного металла
249	7	Подъем. материал	тесло	феррит, троостит, перлит	193 кг/мм ² 383 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Технология 2-х полосной сварки - из стальной высокоуглеродистой и железной полос. Локальная мягкая закалка
250	8	Подъем. материал	нож	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 254-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки мягкой неравномерно науглероженной стали
251	9	Подъем. материал	тесло-мотыжка	феррит, феррито-перлит	206-221 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали

252	10	Подъем. материал	наральник	феррит, феррито- перлит, перлит	221 кг/мм ² 254 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки пакетного металла
253	11	Подъем. материал	топор	феррито - перлит однородный	322-350 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной высокоуглеродистой заготовки
254	12	Подъем. материал	тесло-мотыжка	Феррито- перлит, феррит	350 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Технология трехслойного пакета.
255	13	Подъем. материал	секач	феррито- перлит, феррит	297-350 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа, сваренной, в основном, из однородных полос железа
256	14	Подъем. материал	топор	Феррит, феррито- перлит	206 кг/мм ² 254-274 кг/мм ²	Технология сварки стальной малоуглеродистой лезы в основу из кричного железа
257	16	Подъем. материал	топорик	феррито- перлит, феррит	221-254 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки пакетного металла
258	17	Подъем. материал	топор	феррит, мартенсит, перлит,	193-274 кг/мм ² 724-824 кг/мм ² 274-297 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
259	18	Подъем. материал	гарлун	феррит,	181-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
260	20	Подъем. материал	тесло-мотыжка	феррит, феррито- перлит, мартенсит	236 кг/мм ² 274-350 кг/мм ² 946 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки пакетного металла. Резкая локальная заготовка
261	21	Подъем. материал	топорик	мартенсит однородный	572-642 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки, сваренной из трех полос однородного металла. Резкая закалка
262	22	Подъем. материал	тесло	феррито-перлит, феррит	274-383 кг/мм ² 274-350 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки пакетного металла
263	23	Подъем. материал	тесло	мартенсит однородный	464-642 кг/мм ²	Ковка из однородной цельносталльной высокоуглеродистой заготовки. Резкая закалка

264	26	Подъем. материал	нож	мартенсит однородный	322-464 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Резкая закалка
265	27	Подъем. материал	нож	феррито- перлит, феррит,	236 кг/мм ² 06 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки пакетного металла. Резкая закалка
266	28	Подъем. материал	топор	феррито- перлит, феррит, перлит	297 кг/мм ² 297-383 кг/мм ²	Ковка из заготовки сырьцовой стали. Следы поверхностного обезуглероживания.
267	29	Подъем. материал	мотыжка	феррит однородный	206-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
268	30	Подъем. материал	пешня	феррит однородный	193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
269	31	Подъем. материал	топор	феррито-перлит троостит	350 кг/мм ² 383-420 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки с последующей мягкой закалкой
270	32	Подъем. материал	мотыжка	феррит	296-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
271	33	Подъем. материал	нож	Феррито-перлит, мартенсит	206 кг/мм ² 464-946 кг/мм	Технология торцовой наварки стальной высокоуглеродистой пластиночки на основу из мягкой сырьцовой стали. Резкая закалка
272	34	Подъем. материал	топорик	феррит	236 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
273	35	<u>Б-XXVI-77</u> 623 (Б/10.Щ.1)	зубило	феррит, феррито- перлит, мартенсит	274 кг/мм ² 297 кг/мм ² 946-1290 кг/мм ²	Технология сварки стальной полосы в основу из пакетного металла. Резкая закалка
274	36	<u>Б-XXVI-77</u> 510 Подъем. материал	зубило	феррит, феррито- перлит, мартенсит, троостит	170-221 кг/мм ² 274 кг/мм ² 572 кг/мм ² 420 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой полосы в основу из неравномерно науглероженной сырьцовой стали. Резкая локальная закалка

275	37	Б-XXII 1103 (Б/57.гл.40см)	зубило	перлит, троостит, мартенсит	297 кг/мм ² 383-420 кг/мм ² 464-824 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы (пакетованной из полос однородного металла) в основу, пакетованную из полос менее углеродистой стали. Резкая закалка
276	38а	Б-2-51	молоточек	феррито-перлит, троостит, мартенсит	297 кг/мм ² 420 кг/мм ² 514 кг/мм ²	Технология наварки высокоуглеродистой стальной пластиночки на основу из неравномерно науглероженной стали. Резкая закалка
277	38б	Б-2-51	молоточек	сорбит, троостит	383-420 кг/мм ² 464 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Мягкая закалка
278	39а	Б-XXVII-77 792	молоточек-секач	феррито-перлит, сорбит	221-297 кг/мм ² 322-420 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки пакетного металла. Мягкая закалка
279	39б	Б-XXVII-77 792	молоточек-секач	феррито-перлит сорбит	274-297 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос неравномерно науглероженной сырьевой стали. Мягкая закалка
280	40а	Б-82 2-45	клещи кузнечные	феррито-перлит, сорбит, феррит	297 кг/мм ² 350 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из полос кричного железа и неравномерно науглероженной стали. Мягкая закалка
281	40б	Б-82 2-45	клещи кузнечные	феррито-перлит, феррит	274-297 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос кричного железа и неравномерно науглероженной сырьевой стали.
282	41	Б-2-55	долото	феррито-перлит, перлит, мартенсит, феррит	236 кг/мм ² 322 кг/мм ² 514-724 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Технология наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из неравномерно науглероженной сырьевой стали. Резкая закалка

283	42A1	Подъем. материал	долото	феррит, феррито-перлит	202-236 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной стали
284	42A2	Подъем. материал	долото	феррито-перлит, мартенсит	221-274 кг/мм ² 642-946 кг/мм ²	Технология 3-х слойного пакета. Резкая закалка
285	42Б	Подъем. материал	долото	феррито-перлит, мартенсит, троостит	274-350 кг/мм ² 824 кг/мм ² 464 кг/мм ²	Технологияковки из кричного железа с локальной цементацией и резкой закалкой.
286	43	<u>Б-XXVII</u> яма88.ст.5	долото	феррито-перлит	254-274 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки
287	44	<u>Б-XXVIIД</u> 2258 яма 10. гл. - 60см.	ножницы	феррито-перлит (среднеугле- родистый)	254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос среднеуглеродистой стали
288	46	Подъем. материал	мотыжка	ферто-перлит	254-294 кг/мм ²	Технология пакетного металла.
289	47	Подъем. материал	топор	фрриго-перлит	193-322 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из неравномерно науглероженной стали
290	48	Подъем. материал <u>Б-89</u> 907	топор	феррито-перлит	221-254 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в основу из неравномерно науглероженной стали
291	49	Подъем. материал <u>Б-80</u> 764	топор	феррито-перлит, перлит, сорбит	181-206 кг/мм ² 297 кг/мм ² 350-383 кг/мм ²	Технологияковки из неравномерно науглероженной заготовки стали с последующей локальной цементацией и мягкой закалкой
292	50	<u>Б-XXXVIII-87</u> 1363 яма 6, гл.45 см	топор	феррито-перлит, мартенсит, сорбит	206-274 кг/мм ² 464 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Технологияковки из заготовки, пакетованной из стальных полос с последующей локальной резкой закалкой
293	51	<u>Б-XXVI-77</u> ЖII,Ш.2	топор	феррито-перлит, перлит, сорбито-троостит	221 кг/мм ² 274 кг/мм ² 322-383 кг/мм ²	Технология 3-х слойного пакета с помещением в центре высокоуглеродистой стальной полосы. Мягкая закалка

294	52а	$\frac{Б-82}{2-61}$	кайло	феррит, феррито-перлит	170 кг/мм ² 193-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
295	52б	$\frac{Б-82}{2-61}$	кайло	феррит, перлит	206 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной неравномерно науглероженной заготовки
296	53	$\frac{Б-XXIII-81}{13567}$	скобель	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
298	55	Подъем. материал	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	221 кг/мм ² 221-236 кг/мм ² 514 кг/мм ²	Ковка в технологии боковой наварки стальной полосы на основу из мягкой сырьевой стали. Резкая закалка
297	54	Подъем. материал	нож	феррит	221-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки цельносталльной высокоуглеродистой заготовки.
299	56	$\frac{Б-XXII}{12720}$ (яма 148а, Б/6)	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	160 кг/мм ² 274-297 кг/мм ² 572 кг/мм ²	Ковка в технологии боковой наварки стальной полосы на основу из кричного железа. Резкая закалка
300	57	$\frac{Б-XXXVII-87}{(Ф/5.гл.60см)}$ 12720	нож	Феррит мартенсит	206 кг/мм ² 824 кг/мм ²	Ковка в технологии варки высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резная закалка
301	58	$\frac{Б-XX}{970}$ (бровка Ж. гл.30см.)	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	274 кг/мм ² 274 кг/мм ² 572 кг/мм ²	Ковка в технологии варки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
302	59	Подъем. материал	нож	феррито-перлит, мартенсит	236 кг/мм ² 464 кг/мм ²	Ковка в технологии варки стальной высокоуглеродистой лезы в основу, пакетованную из стальных и железных полос. Резкая закалка
303	60	Подъем. материал $\frac{Б-80}{769}$	нож	феррит, сорбит, троостит	221 кг/мм ² 350 кг/мм ² 420 кг/мм ²	Технология варки стальной лезы в основу из кричного железа. Мягкая закалка

304	61	<u>Б-XXII-73</u> 2299	нож	феррито-перлит (малоуглеродистый), феррито-перлит (высокоуглеродистый)	160 кг/мм ² 274-297 кг/мм ²	Технология косой боковой наварки стальной полосы на основу из малоуглеродистой стали
305	62	<u>Б-XXIII-79</u> 10916 (К-83.гл. 20см. пашня)	нож	Феррит, мартенсит	236 кг/мм ² 464-572 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в железную основу. Резкая закалка
306	63	Подъем. материал	нож	феррит, сорбит, мартенсит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 350 кг/мм ² 514 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка в технологии боковой наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из кричного железа. Резкая закалка
307	64	Подъем. материал	нож	мартенсит, сорбит	464-642 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки, пакетованной из 3-х однородных полос. Резкая закалка
308	64	Подъем. материал	нож	мартенсит, сорбит	464-642 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки, пакетованной из 3-х однородных полос. Резкая закалка
309	65	<u>Б-XXVI</u> 2286	нож	мартенсит, феррит, феррито-перлит	946 кг/мм ² 170-221 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
310	66	Подъем. материал	нож	мартенсит, феррито-перлит	824 кг/мм ² 274-350 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу пакетованную из стальных неравномерно науглероженных полос
311	67	<u>Б-XXIII</u> 8078 (Б/61.гл. 50 см.)	Нож	феррит, мартенсит, сорбит	206кг/мм ² 514-572кг/мм ² 386кг/мм ²	Технология торцовой наварки высокоуглеродистой полосы на основу из неравномерно науглероженной стали. Резкая закалка

312	68	<u>Б-XX</u> 1062 (з/з.ш. 4.сл.4)	нож	феррит, мартенсит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 642-724 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
313	69	<u>Б.С.ХХІІІ</u> 2337	нож	феррито-перлит феррит, мартенсит	350 кг/мм ² 274 кг/мм ² 724-824 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
314	71	<u>Б-ХХІІ-77</u> 2841 (яма646.в/1, гл.20см.)	нож	феррит, мартенсит	160-206 кг/мм ² 514-724 кг/мм ²	Технологияковки по схеме трехслойного пакета - сварка стальной высокоуглеродистой полосы между железными. Резкая закалка
315	72	<u>Б-ХХVІД</u> 38	нож	феррито-перлит, мартенсит	297-322 кг/мм ² 642-824 кг/мм ²	Технология торцовой наварки стальной высокоуглеродистой полоски на основу из неравномерно науглероженной стали
316	74	<u>Б-ХХІІІ</u> Подъем. материал	нож	феррит, сорбит, феррито-перлит	193 кг/мм ² 350 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Мягкая локальная закалка
317	75	<u>Б-80</u> 709 Подъем. материал	нож	мартенсит, феррит, феррито-перлит	572-642 кг/мм ² 170-206 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из неравномерно науглероженной стали. Резкая закалка.
318	76	<u>Б-ХХХ</u> 128 (защитка 3-го штгика гл. 60 см.)	нож	феррито-перлит	206-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла с выходом стальной полосы на лезвие
319	77	<u>Б-ХХІІІ.19</u> 11612 (яма 298 гл.20см.)	нож	феррито-перлит, сорбит, троостит	322 кг/мм ² 350 кг/мм ² 420-464 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки, пакетованной из однородных полос металла. Мягкая закалка

320	78	<u>Б-XXVI-Д</u> 2258 (яма10 гл.60)	нож	феррито-перлит, феррит	193-221 кг/мм ²	Ковка в технологии боковой наварки стальной неравномерно науглероженной полосы на основу из кричного железа
321	79	<u>Б-XXVIII-84.11050</u> (м/39 гл. 40см.)	нож	феррито-перлит, мартенсит	274 кг/мм ² 642 кг/мм ²	Технология торцовой наварки стальной высокоуглеродистой пластиночки на основу из неравномерно науглероженной стали. Резкая закалка
322	80	<u>Б-XXVI-79</u> 6663 (Б/48. ш.3, гл.50см.)	нож	феррит	143-151 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
323	82	<u>Б-XXIII-79</u> 8179	нож	феррит, феррито-перлит, троостит мартенсит	до 322 кг/мм ² 383 кг/мм ² 464 кг/мм ² 642-1100 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией и резкой закалкой
324	83	<u>Б-XXVI</u> 5004 (Е/25.канавка 2, гл.15см).	нож	феррито-перлит	236-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной из 4-х отдельных высокоуглеродистых стальных пластиночек
325	84	<u>Б-XXVIII</u> 10503 3/26.ш. 2	нож	феррит, феррито-перлит	25 кг/мм ² 297-32 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной из полос железа и высокоуглеродистой стали
326	85	<u>Б-XXVI-77</u> 659 (Ж/11.ш.2)	нож	феррит, мартенсит, феррито перлит	193-206 кг/мм ² 724-946 кг/мм ² 274-297 кг/мм ²	Ковка в технологии трехслойного пакета - вварка высокоуглеродистой стальной пластины в основу между двумя железными полосами ми. Резкая закалка
327	88	Подъем. материал	нож	феррит, мартенсит, феррито-перлит	254 кг/мм ² 642 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Ковка в технологии трехслойного пакета - вварка высокоуглеродистой стальной полосы (сваренной из 2-х отдельных полос) между полосами кричного железа. Резкая закалка
328	89	<u>Б-XXII</u> 12578 (яма.472)	нож	феррит, феррито-перлит	239 кг/мм ² 274-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из 2-х стальных и одной железной полос

329	91	<u>Б-XXVI-77</u> 2208 (яма.12.А/18 гл.70см.)	нож	феррит, феррито-перлит	236-350 кг/мм ² 274-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с локальной цементацией
330	92	<u>Б-XXIII</u> 7858 (яма. 139, гл. 70 см.)	нож	феррит, феррито-перлит	193-206 кг/мм ² 236-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - сваренных из полосок стали с различной науглерожённостью
331	93	<u>Б-77.88.VI</u> E 08	нож	феррит, мартенсит, перлит	297-322 кг/мм ² 724 кг/мм ² 322-464 кг/мм ²	Ковка в технологии трехслойного пакета - вварка высокоуглеродистой стальной полосы между двумя железными. Резкая закалка
332	94	<u>Б-XXVII</u> 1182	нож	феррит однородный	221-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной в пакет из полос однородного кричного железа
333	95	<u>Б-XXIII-78 10647</u> (3/85, ш. 1 гл.30 см)	нож	феррит однородный	221-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из 13-ти полосок кричного железа
334	96	<u>Б-73</u> 901 Подъем. материал	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	383 кг/мм ² 297-350 кг/мм ² 514-642 кг/мм ²	Технология, близкая к 3-х-слойному пакету. Вварка стальной полосы между железной и стальной. Резкая закалка
335	97	<u>Б-XXVI-73</u> 6021 (Д/43.ш.1)	нож	феррит, феррито-перлит, сорбит	397-350 кг/мм ² 350 кг/мм ² 322-464 кг/мм ²	Вероятна технология 3-х-слойного пакета - вварка стальной высокоуглеродистой полосы в основу из кричного железа и стальной. Мягкая закалка
336	98	<u>Б-XXXVIII</u> 1391 (3/17.гл.40см)	нож	сорбит, мартенсит	350 кг/мм ² 420-464 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Резкая закалка
337	99	<u>Б-XXVI-83</u> 340 (X/7.ш.1)	нож	феррит, мартенсит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 383-514 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Технология вварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка

338	100	<u>Б-XXXVIII-87</u> 1045	нож	феррит, феррито-перлит	181-221 кг/мм ² 236-274 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа.
339	101	<u>Б-XIX</u> 8-50 (1045)	нож	феррит, феррито-перлит, сорбит	254-274 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа
340	102	<u>Б-XX</u> 1078	нож	феррит, феррито-перлит, перлит	181 кг/мм ² 297 кг/мм ² 297-322 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из стальных и железных полос.
341	103	<u>Б-XXIII</u> 3482 (Б/4 ш.3)	нож	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 193-206 кг/мм ²	Ковка из обычного кричного железа с последующей локальной цементацией
342	104	<u>Б-XXVIII</u> 807 (Б/4 ш.4 гл.60см.)	нож	феррит, сорбит, перлит, троостит, мартенсит	141 кг/мм ² 350 кг/мм ² 254 кг/мм ² 420 кг/мм ² 464-824 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки высокоуглеродистой стальной лезы в основу, пакетованную из полос железа и стали. Резкая закалка
343	105	<u>Б-XXX</u> 182 (А/1 ш.4 гл.30см.)	нож	феррит, сорбито- троостит, мартенсит	234 кг/мм ² 420 кг/мм ² 572 кг/мм ²	Технология трехслойного пакета. Резкая закалка
344	106	<u>Б-XXVI</u> 4435 (яма 23, гл. 20см.)	нож	Феррит, троостит	160-181 кг/мм ² 381 кг/мм ²	Ковка в технологии сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Мягкая закалка
345	107	<u>Б-XXVI.A-80</u> 157 (Г-2,ш.2, гл.50см.)	нож	феррит, феррито-перлит, мартенсит	221-236 кг/мм ² 181 кг/мм ² 420 кг/мм ²	Ковка в технологии 3-х слойного пакета. Резкая локальная закалка
346	108	<u>Б-XXIII-79 12450</u> (3/82.ш.3 гл.60см.)	нож	феррит, сорбит, феррито-перлит	135 кг/мм ² 350 кг/мм ² 193 кг/мм ² 297 кг/мм ²	Технология сварки стальной лезы в основу из полос железа и малоуглеродистой стали. Мягкая закалка

347	109	<u>Б-XXVШ-84</u> 11541	нож	феррит, мартенсит	181 кг/мм ² 514-572 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
348	110	<u>Б-76625</u> Подъем. материал	нож	феррит, мартенсит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 572-642 кг/мм ² 206-236 кг/мм ²	Технологическая схема боковой наварки стальной пластинки на железную основу. Резкая закалка
349	111	<u>Б-XXШ-79</u> 11584	нож	феррито-перлит	322 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки
350	112	<u>Б-XXШ</u> 138038	шило	Феррито-перлит, сорбит	350 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетованной из 3-х слоев стали. Вероятна мягкая закалка
351	113	<u>Б-XXVI-78</u> 3194 (Б/29 ш.2 гл.40см)	шило	феррит, перлит пластинчатый	206 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Технология наварки стальной полосы на железную основу
352	114	<u>Б-XXVI-78</u> 3052 А/27 (ш.2 гл.27см).	шило	феррит перлит	274 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
353	115	<u>Б-XXШ-75</u> 11284 (кв.180 Зачистка)	шило	феррит, феррито-перлит	221кг/мм ² 170кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной мягкой сырьевой стали.
354	116	<u>Б-XXШ-75</u> 4194 (А/22 гл.70)	шило	перлит, перлит, сорбито-троостит	350 кг/мм ² 297 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из заготовки с наваркой высокоуглеродистой стальной полосы на основу из пакетованной стали. Мягкая закалка
355	119	<u>Б-XXXVI-75</u> 276	топор	феррит, феррито-перлит, троостито- сорбит, мартенсит мелкодисперсный	151 кг/мм ² 193-221 кг/мм ² 350-383 кг/мм ² 724 кг/мм ²	Ковка из заготовки с наваркой стальной высокоуглеродистой полосы на основу пакетованную из полос железа и малоуглеродистой стали. Резкая закалка

356	120	<u>Б-ХХVI-77</u> 1144 (яма5. гл.1,7м)	топор	фerrит, фerrит-перлит, сорбито- троостит	160-193 кг/мм ² 221-274 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из кричного железа. Мягкая локальная закалка
357	121	<u>Б-ХХVII</u> 10696 Д/26	тесло	мартенсит, сорбито-троостит, перлит	514-724 кг/мм ² 350 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной пакетованной из 5-ти полос стали заготовки. Резкая закалка.
358	122	Подъем. материал	топор	перлит, феррито-перлит, троостит	297 кг/мм ² 193-221 кг/мм ² 420 кг/мм ²	Технология сварки высокоуглеродистой стальной лезы в основу, пакетованную из кричного железа и неравномерно науглероженной стали. Мягкая закалка
359	123	Подъем. материал Б-81	секач	феррито-перлит феррит	170-254 кг/мм ² 115-135 кг/мм ²	Ковка из заготовки с наваркой стальной пластины на основу из полос кричного железа и малоуглеродистой сырьевой стали
360	124	<u>Б-ХХVIII-84</u> 11010 (М/39 ш. 1 гл. 20см)	лезвие топора	феррито-перлит феррит, троостит, мартенсит	221-297 кг/мм ² 274 кг/мм ² 350 кг/мм ² 572-1100 кг/мм ²	Ковка в технологии 3-х-слойного пакета - вварка высокоуглеродистой стальной лезы в основу из полосок кричного железа и неравномерно науглероженной стали. Локальная резкая закалка
361	125	<u>Б-ХХIX</u> 1065	рыболовный крючок	феррит, феррито-перлит	170 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Технология наварки на железную основу стальной пластиночки
362	126	<u>Б-ХХXVI</u> 251	рыболовный крючок	перлит однородный	254 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки
363	127	<u>Б.С.I.XVII</u> 533	рыболовный крючок	феррит, феррито-перлит	274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали

364	128	<u>Б-ХХХVII-84</u> постройка (I. 60см)	кресало	Феррит, мартенсит	274 кг/мм ² 1290 кг/мм ²	Технология наварки высокоуглеродистой стальной полосы на основу из кричного железа. Резкая закалка
365	129	<u>Б-ХХIII</u> 9644 129(I постройка 7. шт. 2.)	кресало	мартенсит однородный	824 кг/мм ²	Ковка из цельносталальной заготовки. Резкая закалка
366	130	<u>Б-ХХIII</u> 9644 (постройка 7. ш.2.)	кресало	феррито-перлит однородный	254-297 кг/мм ²	Ковка из цельносталальной заготовки
367	131	<u>Б-ХХVI</u> 4433 (Г/47, гл.ш.1)	кресало	сорбит, мартенсит	322 кг/мм ² 420-572кг/мм ²	Ковка из цельносталальной заготовки, сваренной из двух однородных полос. Резкая закалка
368	132	<u>Б-ХIX</u> 3364 (Ж/4 с.1. ш.2)	кресало	мартенсит однородный	946-1290 кг/мм ²	Ковка из цельносталальной заготовки. Резкая закалка
369	134	Подъем. материал	кресало	феррит, феррито-перлит	297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
370	133	Подъем. материал	гвоздь	феррит	221 кг/мм ²	Ковка из кричного железа
371	135	Подъем. материал	игла	сорбит однородный	350 кг/мм ²	Ковка из цельносталальной заготовки. Мягкая закалка
372	137	<u>Б-ХХIII</u> 5951	мотыжка	феррит	193-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
373	138	<u>Б-ХVII</u> 3455 (слой 4 выборка)	тесло	феррито-перлит	227-254 кг/мм ²	Ковка из цельносталальной заготовки
374	139	<u>Б-ХVII</u> 1416	тесло	феррито-перлит, мартенсит	274-322 кг/мм ² 572 кг/мм ²	Технология косоугольной наварки стальной высокоуглеродистой полосы на основу из стали. Резкая локальная закалка
375	140	<u>АКУ-7</u> 15, Подъем. материал	мотыжка	феррит, феррито-перлит	254 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос кричного железа и сырьевой малоуглеродистой стали

376	141	<u>АКУ-7</u> 36 Подъем. материал	сошник	феррит, сорбит	236-297 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Ковка из заготовки сырцово-неравномерно науглероженной стали. Возможна мягкая закалка
377	142	Подъем. материал <u>524</u>	скребница	феррито-перлит	181-193 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос неравномерно науглероженной сырцово-стали
378	143	<u>Б-XXVI-78</u> 5255 (3/52. ш.1, гл. 20 см)	Игла	троостит, сорбит	350-383 кг/мм ² 322- 383 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки. Мягкая закалка
379	144	<u>Б-XXXVIII</u> 1061 (в/13 гл. 25)	игла	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-стали
380	145	<u>Б-XXXVIII</u> 1112(яма 22, в/1. гл. 20 см)	игла	феррито-перлит, феррит	254 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-стали
381	146	<u>Б-77</u> 946	игла	феррито-перлит	206-236 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной неравномерно науглероженной заготовки
382	147А	<u>Б-XX</u> 1058 (В/1 гл.85см)	зубильце	мартенсит мелкодисперсный, мартенсит крупноиглолчатый	1290 кг/мм ² 224 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки. Резкая закалка
383	147Б	<u>Б-XX</u> 1058 В/1, гл. 85 см	зубильце	феррито- перлит однородный	221 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки.
384	148	<u>Б-XXVI-Г</u> 1226	зубило	феррит, мартенсит	206 кг/мм ² 572-1100 кг/мм ²	Технология наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из кричного железа. Резкая закалка
385	149	<u>Б-XXXVIII-87 1050</u> (Н/12. гл. 45 см)	зубило	мартенсит, сорбит	464-642 кг/мм ² 383-464 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки, сваренной из 3-х высокоуглеродистых полос. Резкая закалка

386	150А	<u>Б-XXX</u> 256 Граншея 1, (Ш.7 гл. 190см)	сверло	феррито-перлит, феррит	221 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с наваренной стальной малоуглеродистой пластиночкой
387	150Б	<u>Б-XXX</u> 256 (Граншея 1, Шг. 7 гл. 190см.)	сверло	феррито-перлит	221 кг/мм ²	Ковка из заготовки равномерно науглероженной стали.
388	151	<u>Б-XXVI-77</u> 583 (яма 640)	сверло	феррит, феррито перлит	254 кг/мм ² 221-274 кг/мм ²	Технология пакетного металла- сварка стальных и железных полос металла
389	152	<u>Б-XXXVII-84</u> 207 (В/5 яма 19. гл. 1м)	ножницы	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
390	153	<u>Б-XXVIII-83</u> 1752 (В/12 гл.80)	ножницы	феррито-перлит, феррит	151-254 кг/мм ² 135 кг/мм ²	Технология наварки стальной пластины на железную основу
391	154	Подъем. материал	крюк	феррит	236-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки обычного кричного железа
392	155	<u>Б-76</u> 767	чересло	феррит плохо- травящийся, феррито-перлит	160 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей локальной цементацией
393	156	<u>БГИАЗ(2-69)</u>	коса	феррит, феррито-перлит сорбит	193 кг/мм ² 297 кг/мм ² 350-383 кг/мм ²	Технология сварки стальной высокоуглеродистой лезы в основу из неравномерно науглероженной стали
394	157	<u>БГИАЗ(2-62)</u>	лемех	феррит, феррито-перлит	297-383 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Технология V-образной наварки стальной полосы на основу из неравномерно науглероженной сырцовоы стали
395	158	<u>Б-XX</u> 957 (к/3 гл.80см)	пуансон	феррито-перлит	221-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцовоы стали

396	159	<u>Б-76</u> 766	коса	феррито-перлит, феррит, мартенсит	221 кг/мм ² 464-514 кг/мм ²	Технология сварки высокоуглеродистой стальной лезы в основу из кричного железа. Резкая закалка
397	162	<u>Б-XXVIII-83</u> 5895	топор	феррито-перлит, мартенсит	274-350 кг/мм ² 420-574 кг/мм ²	Технология боковой наварки стальной высокоуглеродистой пластины на основу из пакетного металла. Резкая закалка
398	163	Подъем. материал	топор	феррит, феррито- перлит	206 кг/мм ² 206-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
399	164	Подъем. материал	Наконечник стрелы	сорбит, троостит	350-420 кг/мм ² 464 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Мягкая закалка
400	165	Подъем. материал	наконечник стрелы	мартенсит однородный	514 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Резкая закалка
401	166	Подъем. материал	наконечник стрелы	перлит, мартенсит	383 кг/м м ² 946-1530 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Резкая закалка
402	167	<u>Б-XXIII</u> 9654 (яма 135, гл. 80 см)	Наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей цементацией
403	168	<u>Б-XXIII</u> (яма 135, гл.20см)	наконечник стрелы	феррит	254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
404	169	<u>Б-XXVI</u> 256 (В/22.ш.1 гл.20см)	наконечник стрелы	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
405	170	<u>Б-XXV</u> 220 (В/4 гл. 120см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	274-322 кг/мм ² 254-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
406	171	Подъем. материал	наконечник стрелы	феррит неоднородный	254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
411	172	Подъем. материал	наконечник стрелы	феррит	221-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа

408	174	<u>Б-XXX-81</u> 25 (Б/2, гл. 20 см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	221-254 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьевой стали
409	176	Подъем. материал	наконечник стрелы	феррит	193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
410	177	<u>Б-XXVIII</u> 290 (А/1, гл. 65 см)	наконечник стрелы	феррит	160-170 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
411	179	<u>Б-XXX-81</u> 23 (Б/2, гл. 20 см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит,	221 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали
412	180	<u>Б-XXII</u> 17289 (Б/2, гл. 25см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа. Следы преднамеренного науглероживания
413	181	<u>Б-XXII</u> (яма 448а, гл.110 см)	наконечник стрелы	феррит	254-383 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа сваренной из 2-х отдельных полосок
414	182	<u>Б-762</u>	наконечник стрелы	феррито-перлит, сорбит	274 кг/мм ² 254-420 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Мягкая закалка
415	183	<u>Б-XX-80</u> 936	наконечник стрелы	феррито-перлит троостит	221-274 кг/мм ² 383 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Сварка полос высоко и среднеуглеродистой стали. Мягкая закалка
416	184	<u>Б-XXVI-78</u> 1346 (Б/26, ш. 2, гл. 45см.)	Наконечник стрелы	феррито-перлит	274-350 кг/мм ²	Ковка из цельностальной насквозь процементированной заготовки
417	185	<u>Б-XXXVIII</u> 1587 (Х/10, гл.60см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	254 кг/мм ² 193-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - полос кричного железа и сырьевой среднеуглеродистой стали
418	186	<u>Б-XXII-73</u> 10442 (Г/25, ш. 2, гл.30см)	наконечник стрелы	сорбит, мартенсит	420 кг/мм ² 946-1100 кг/мм ²	Ковка из цельностальной заготовки. Резкая локальная закалка

419	187	<u>Б-XXV</u> Ш-83 (7334 Г/24, шт. 2 гл. 40 см.)	наконечник стрелы	феррит однородный	181-254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
420	188	<u>Б-XXV</u> П-79 (Б/7. шт. 2)	наконечник стрелы	феррит, перлит	160 кг/кв. мм ² 322-350 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьцовой стали
421	189	<u>Б-XXVI</u> -77 995	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	193 кг/мм ² 193 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - кричного железа и сырьцовой стали
422	190	<u>Б-XXV</u> Ш-83 7373 (Д/16, шт. 3. гл. 60 см)	наконечник стрелы	феррит однородный	193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
423	192	<u>Б-XXII</u> 3371	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	160 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа. Следы преднамеренного науглероживания
424	193	<u>Б-XXIII</u> 12465	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьцовой стали
425	194	<u>Б-XX</u> 1324 (з/1, шт. 6, сл. III)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 274-297 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьцовой стали
426	195	<u>Б-XXVI</u> -77 2212	наконечник стрелы	феррит	254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
427	196	<u>Б-XXII</u> 20272 (яма 606а, гл. 20)	наконечник стрелы	феррит феррито-перлит	236-254 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полосок кричного железа и сырьцовой неравномерно науглероженной стали
428	197	<u>Б-XXV</u> Ш1232	наконечник стрелы	феррит	206-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
429	198	<u>Б-XXXVI</u> 720	наконечник стрелы	феррит мартенсит	254 кг/мм ² 824-1100 кг/мм ²	Технология боковой наварки стальной высокоуглеродистой полосы на основу из кричного железа. Резкая закалка
430	201	<u>Б-XXXVI</u> 254	наконечник стрелы	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа

431	202	<u>Б-XXXII</u> 692 (кв. 10/21, гл. 100 см)	наконечник стрелы	перлит, феррит	322 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-железистой стали
432	203	<u>Б-XXXVI</u> 3118 (В/32, ш. 2 гл. 40 см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 206 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-железистой стали
433	204	<u>Б-XXXIII</u> 12470 (яма 291, гл. 25 см)	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	221 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-железистой стали
434	205	Подъем. материал	наконечник стрелы	феррит	206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
435	206	<u>Б-XXXVI-78</u> 3051 (В/26, ш. 3, гл. 40 см)	наконечник стрелы	феррито-перлит	274 кг/мм ² 181-221 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-железистой стали
436	208	<u>Б-XXXIII</u> 65	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит, сорбит	193 кг/мм ² 221 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Технология наварки высокоуглеродистой стальной пластины на основу из кричного железа. Мягкая закалка
437	209	<u>Б-XXXI-82</u> 125	наконечник стрелы	феррито-перлит	143-170 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцово-железистой стали
438	210	<u>Б-XXXIII</u> 1693 (В/56, шт. 2, гл. 40 см)	наконечник стрелы	феррит однородный	193-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
439	211	<u>Б-XXXVI</u> 6835(А/51 гл. 20)	наконечник стрел	феррит	181-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа, сваренной из двух отдельных пластинок
440	213	<u>Б-XXXVI</u> 1231	наконечник стрелы	феррит, феррито-перлит	206-221 кг/мм ² 236 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла - полос кричного железа и неравномерно науглероженной сырцово-железистой стали

441	214	$\frac{Б-74}{1152}$	наконечник стрелы	феррит однородный	181-193 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
442	215	$\frac{Б-XXVI-80}{(В/2 \text{ гл. } 25 \text{ см})}$	наконечник копья	феррит однородный	193-170 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа.
443	216	$\frac{Б-XXXVIII-80}{383}$ (яма 6, гл. 40 см)	наконечник пики	феррито-перлит, феррит	221 кг/мм ² 151 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей цементацией
444	217	$\frac{Б-XXIII}{13824}$ (яма 304, гл. 20А)	наконечник пики	феррито-перлит, феррит	350 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей цементацией
445	218	$\frac{Б-80}{701}$	наконечник пики	феррит однородный, феррито- перлит, перлит	193 кг/мм ² 221 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами вторичного науглероживания
446	219	$\frac{Б-С-IX}{25-71}$	кинжал	феррито-перлит, феррит	221-274 кг/мм ² 206-236 кг/мм ²	Ковка из заготовки с сваркой железной лезы в основу из неравномерно науглероженной сырцової стали (ошибка кузнеца)
447	220	Подъем. материал	наконечник сулицы	феррито-перлит, перлит	193-236 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из цельностальной процементированной заготовки
448	221	$\frac{Б-XXII-77}{2479}$	гирья	феррито-перлит	221-274 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной цельностальной заготовки
449	222	$\frac{Б-XXIII}{3443}$ (постр. 8, гл. 20 см)	гирья	феррит, феррито-перлит	236 кг/мм ² 383-420 кг/мм ²	Ковка из неравномерно науглероженной сырцової стали
450	223	$\frac{Б-80}{763}$	стрема	феррит, феррито-перлит, сорбит	274 кг/мм ² 297-350 кг/мм ² 350 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из полос кричного железа и стальной пластины. Термообработка
451	225	$\frac{АКУ-18-6}{\text{Подъем. материал}}$	стрема	феррит, феррито-перлит	206 кг/мм ² 274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырцової стали

452	229	Б-73 529	ледоходный шип	феррит, перлит	193 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами незначительного вторичного науглероживания
453	230	Б-XXVШ-84 10510 (Д/25 шт.2)	"чеснок"	Феррито-перлит	221-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной сырьцовой стали
454	231	Б-XXX-81 22	булава	сорбит, феррито-перлит	383-464 кг/мм ² 274-297 г/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки. Мягкая закалка
455	232	Подъем. материал	скоба	феррит, феррито-перлит, мартенсит	254-274 кг/мм ² 236 кг/мм ² 464-642 кг/мм ²	Ковка из заготовки неравномерно науглероженной стали. Резкая закалка-результат охлаждения в холодной воде
456	233	Подъем. материал	светец	феррит, феррито-перлит	181 кг/мм ² 221-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из 2-х полос - кричного железа и неравномерно науглероженной стали
457	234	Б-XXVI 509	арбалетный спусковой крючок	феррит	183-206 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
458	235	Б-XXXVШ-87 1115 (гл. 100 см)	дверной пробой	неоднородный феррито-перлит, феррит	297-350 кг/мм ² 322 кг/мм ²	Ковка из заготовки, сваренной из полос кричного железа и неравномерно науглероженной сырьцовой стали.
459	236	Подъем. материал	дверной пробой	феррит однородный	181-254 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
460	239	Б-XXШ 8984	скоба	феррито-перлит, феррит	236 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из заготовки, пакетованной из неравномерно науглероженной сырьцовой стали
461	240	Подъем. материал	арбалетный спусковой крючок	сорбито-троостит, феррито-перлит	350-420 кг/мм ² 254 кг/мм ²	Ковка из цельносталльной заготовки, сваренной из отдельных однородных полос металла. Мягкая закалка

462	241	Подъем. материал	вилка	феррит, феррито-перлит, мартенсит	221-234 кг/мм ² 297 кг/мм ² 514 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла- сварка стальных и железных полос. Резкая локальная закалка
463	242	Б-XXVIII-81_10737	вилка	феррит	110-274 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа
464	243	Подъем. материал	косырь	феррито-перлит, феррит	297-350 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей цементацией
465	244	Подъем. материал	косырь	феррито-перлит, феррит	221-297 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа с последующей цементацией.
466	245	Подъем. материал	чересло	феррито-перлит, феррит	236-274 кг/мм ² 181 кг/мм ²	Технология наварки стальных полос на основу из кричного железа
467	246	Подъем. материал	коса	феррито-перлит, сорбит, мартенсит	274 кг/мм ² 383 кг/мм ² 642-946 кг/мм ²	Ковка из заготовки пакетного металла- сварка стальных средне и высокоуглеродистых полос. Резкая локальная закалка
468	247	Подъем. материал	серп	феррито-перлит, феррит	297 кг/мм ² 221 кг/мм ²	Ковка из заготовки кричного железа со следами вторичного науглероживания

ИЛЛЮСТРАЦИИ

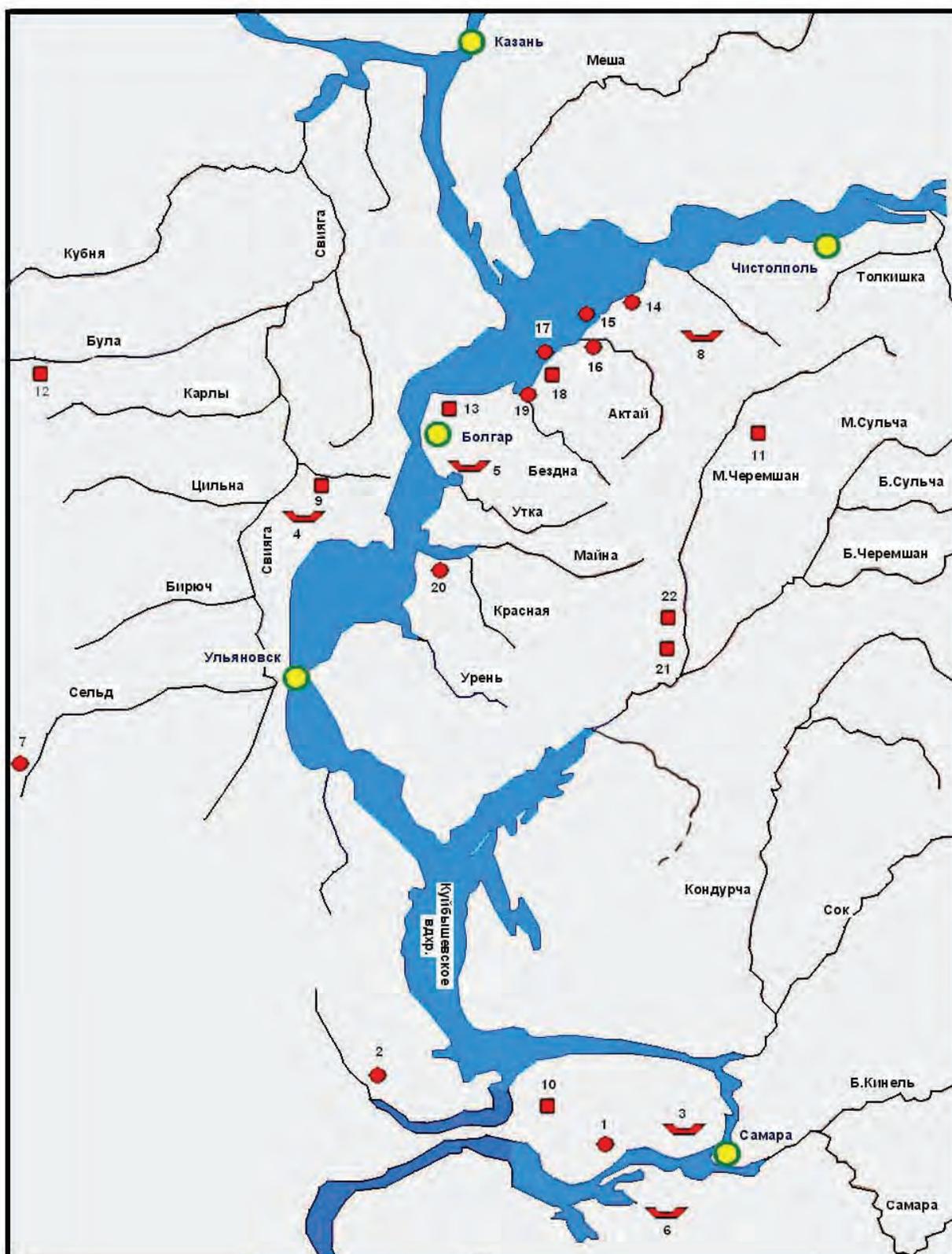


Рис. 1. Археологические памятники Среднего Поволжья, материалы которых привлечены в работе.

- 1 - Кармалинское поселение; 2 - Шигонское поселение; 3 - Новинковский могильник; 4 - Б.Тарханский могильник; 5 - Танкеевский могильник; 6 - могильник у 116 километра; 7 - Абрамовское поселение; 8 - Б.Тиганский могильник; 9 - Хулашкре городище, 10 - Муромский городок, 11 - Билярское городище, 12 - Тигашевское городище, 13 - Болгарское городище; 14 - Мурзихинское селище; 15 - Семеноовское селище; 16 - V Измерское селище; 17 - I Старокуйбышевское селище; 18 - Старокуйбышевское городище; 19 - IV Старокуйбышевское селище; 20 - Краснополянское селище; 21 - Боровское городище; 22 - Чувашско-Аппаковское городище.

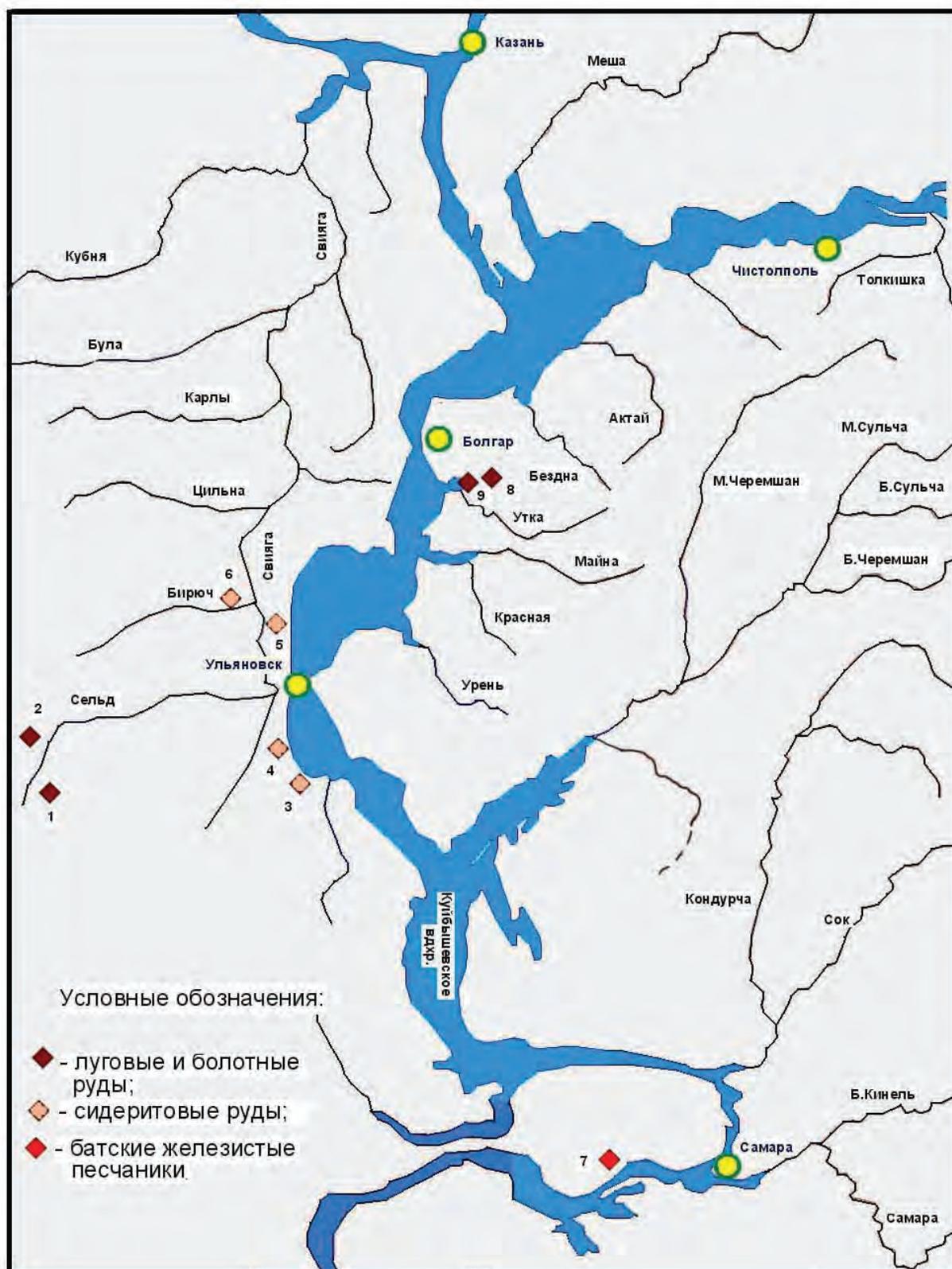


Рис. 2. Карта распространения железных руд в Среднем Поволжье, выявленных автором в ходе археолого-геологических разведок.

- 1 - Месторождение луговой руды у с. Старое Тимошкино; 2 - местонахождение луговой руды у с. Абрамовка; 3 - местонахождение сидеритовой руды у с. Панская Слобода; 4 - местонахождение сидеритовой руды у с. Кременки (под Н.Ульяновском); 5 - месторождение сидеритовой руды в Ундровской курортной зоне (в междуречье Волги и Свияги); 6 - местонахождение сидеритовой руды у с. Бирюч; 7 - местонахождение батских железистых песчаников у пристани Лбище; 8 - местонахождение луговой руды у с. Шмелевка, 9 - местонахождение луговой руды в урочище «Орловское болото».



Рис. 3. Вид на месторождение луговой (болотной) железной руды в Ульяновской области в Старомайском районе, урочище «Орлово болото».



Рис. 4. Добыча луговой (болотной) руды открытым способом в урочище «Орлово болото».



Рис. 5. Промывка луговой (болотной) руды в урочище «Орлово болото».



Рис. 6. Луговая (болотная) руда из урочища «Орлово болото».



Рис. 7. Вид на глобулярную конкрецию сидеритовой железной руды в обнажении котлована. Месторождение у с. Новая Беденьга. в Ульяновском районе Ульяновской области.



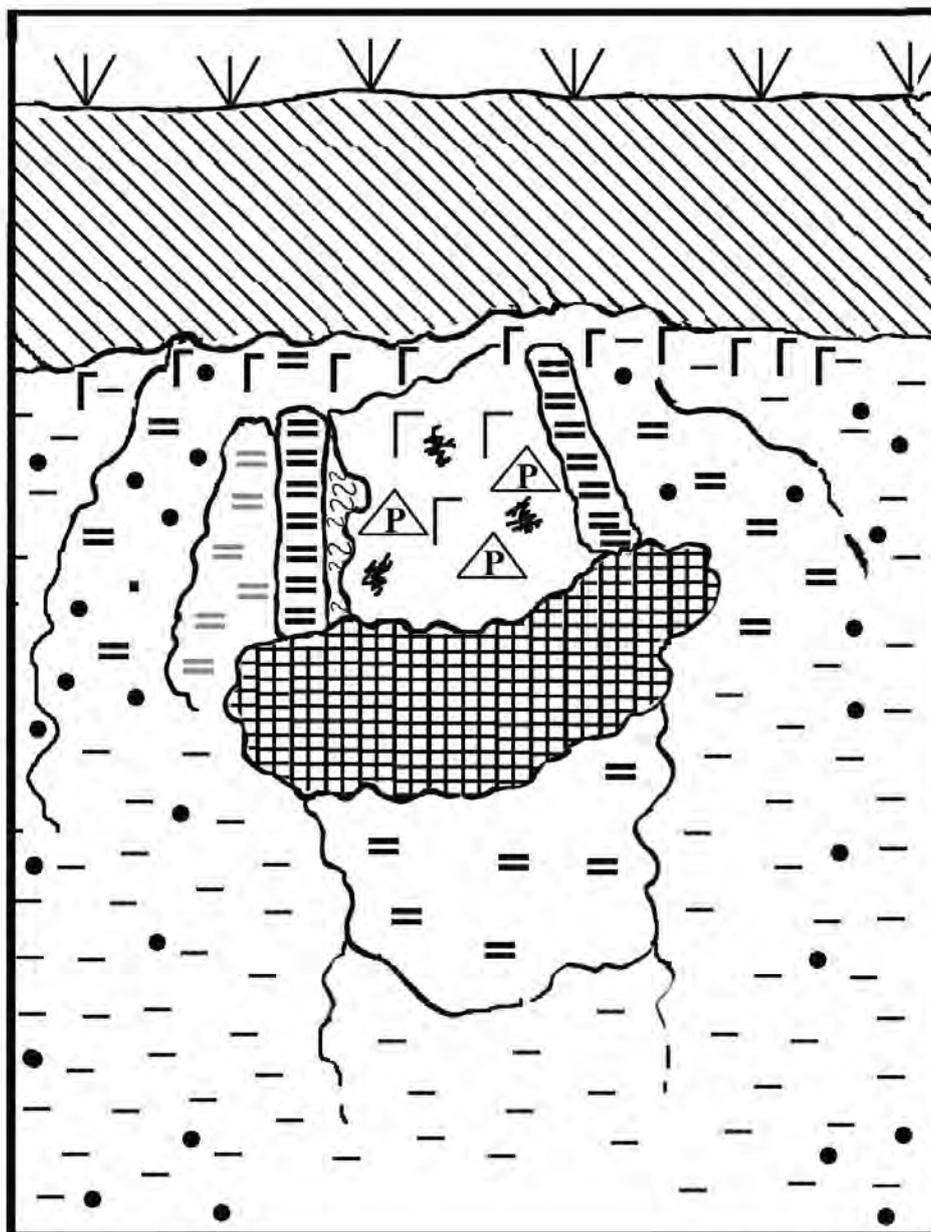
Рис. 8. Местонахождение сидеритовой руды на дне оврага под городищем Новая Беденьга I.



Рис. 9. Железный конгломерат из металлургического горна у с. Архангельское.



Рис. 10. Вид на металлургический горн у с. Архангельское в береговом обрыве Куйбышевского водохранилища.



0 ————— 50 см.

Условные обозначения:

- | | |
|---|---|
|  - дерновой слой; |  - необожженная глина; |
|  - прокаленная глиняная обмазка; |  - супесь; |
|  - гумус; |  - глинистый провал темного сажистого цвета; |
|  - обожженная глина; |  - кусочки железной руды; |
|  - древесный уголь; |  - золистая прослойка серого цвета; |
| |  - металлургический железный конгломерат. |

Рис. 11. Разрез в металлургического горна ямной конструкции в береговом обнажении Куйбышевского водохранилища у с. Архангельское.

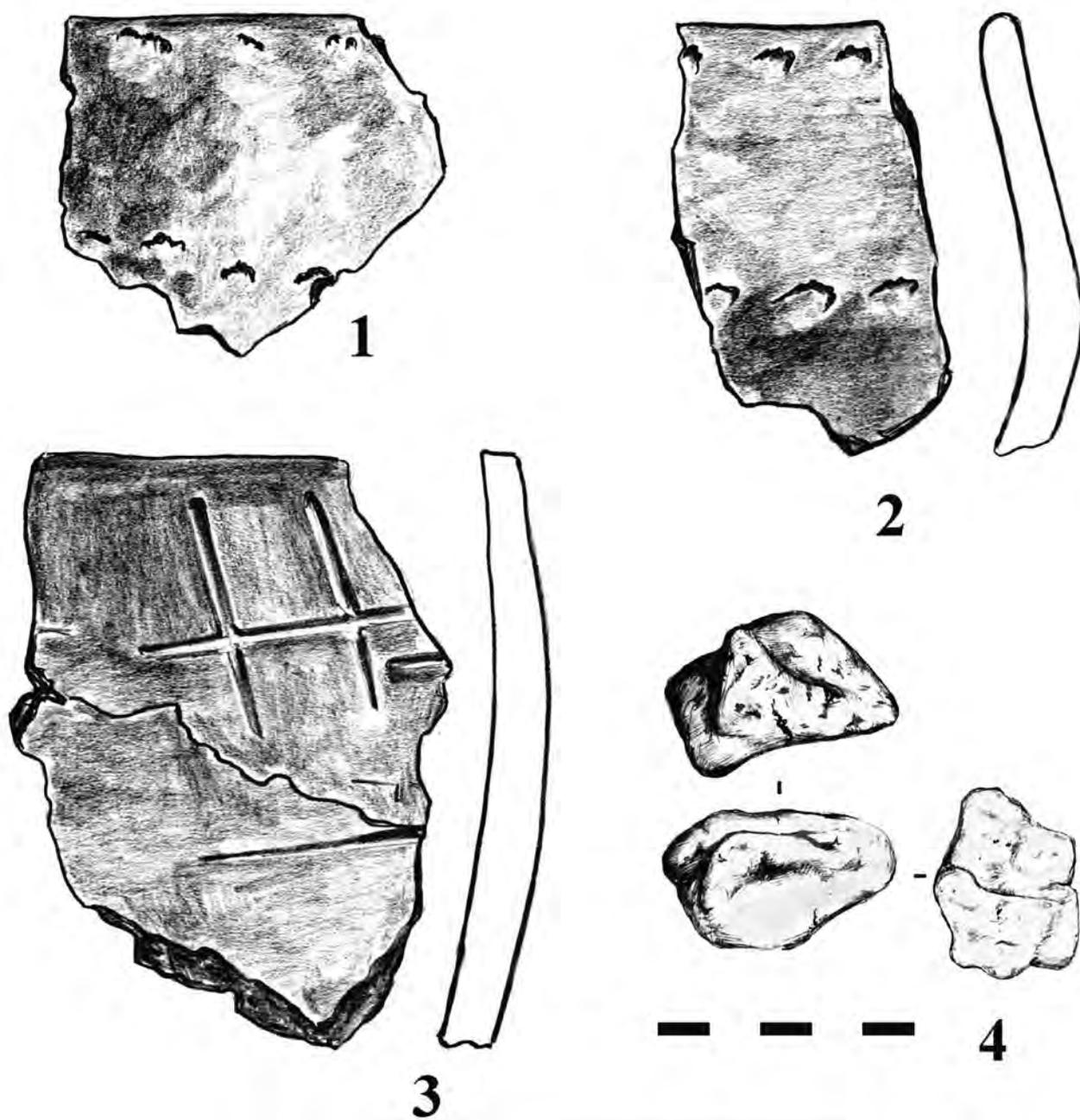
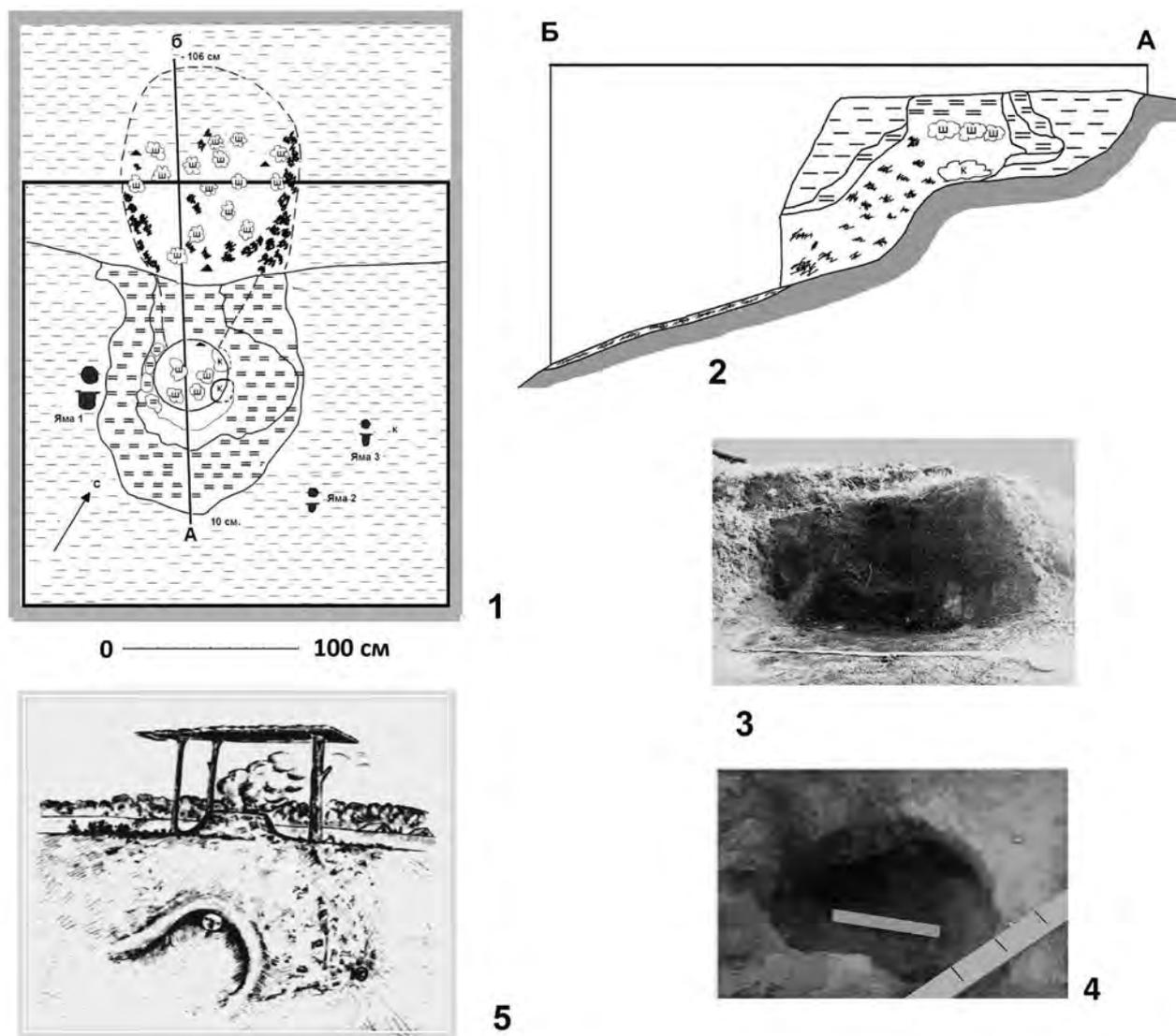


Рис. 12. Фрагменты лепной керамики эпохи бронзы из раскопа I поселения Архангельское.

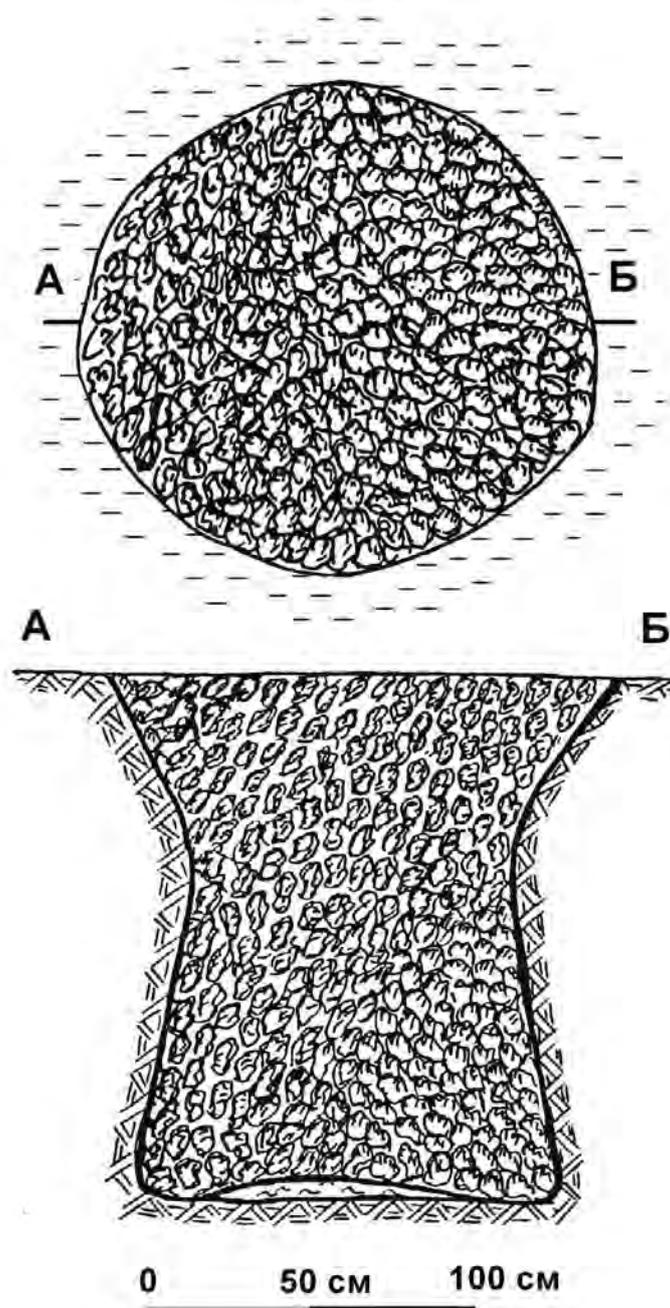


1 – план металлургического горна у д. Кармалы; 2- Разрез металлургического горна у д. Кармалы по линии А-Б; 3. Вид на металлургический горн у д. Кармалы со стороны воздухоудного канала; 4 – вид сверху на металлургический горн у д. Кармалы. 5 – графическая реконструкция металлургического горна у д. Кармалы.

Условные обозначения:

	- металлургические железные шлаки;		- граница выброса отходов металлургического производства;
	- металлургический конгломерат;		- прокаленная глина;
	- древесный уголь;		- материковая непрокаленная глина;
	- фрагменты железной руды;		- ямки от опорных столбиков перекрытия горна.

Рис. 13. Металлургический горн у с. Кармалы в Ставропольском районе Самарской области.



Условные обозначения:

 - древесный уголь;

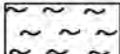
 - зола.

Рис. 14. Углежогная яма с городища Муромский городок.

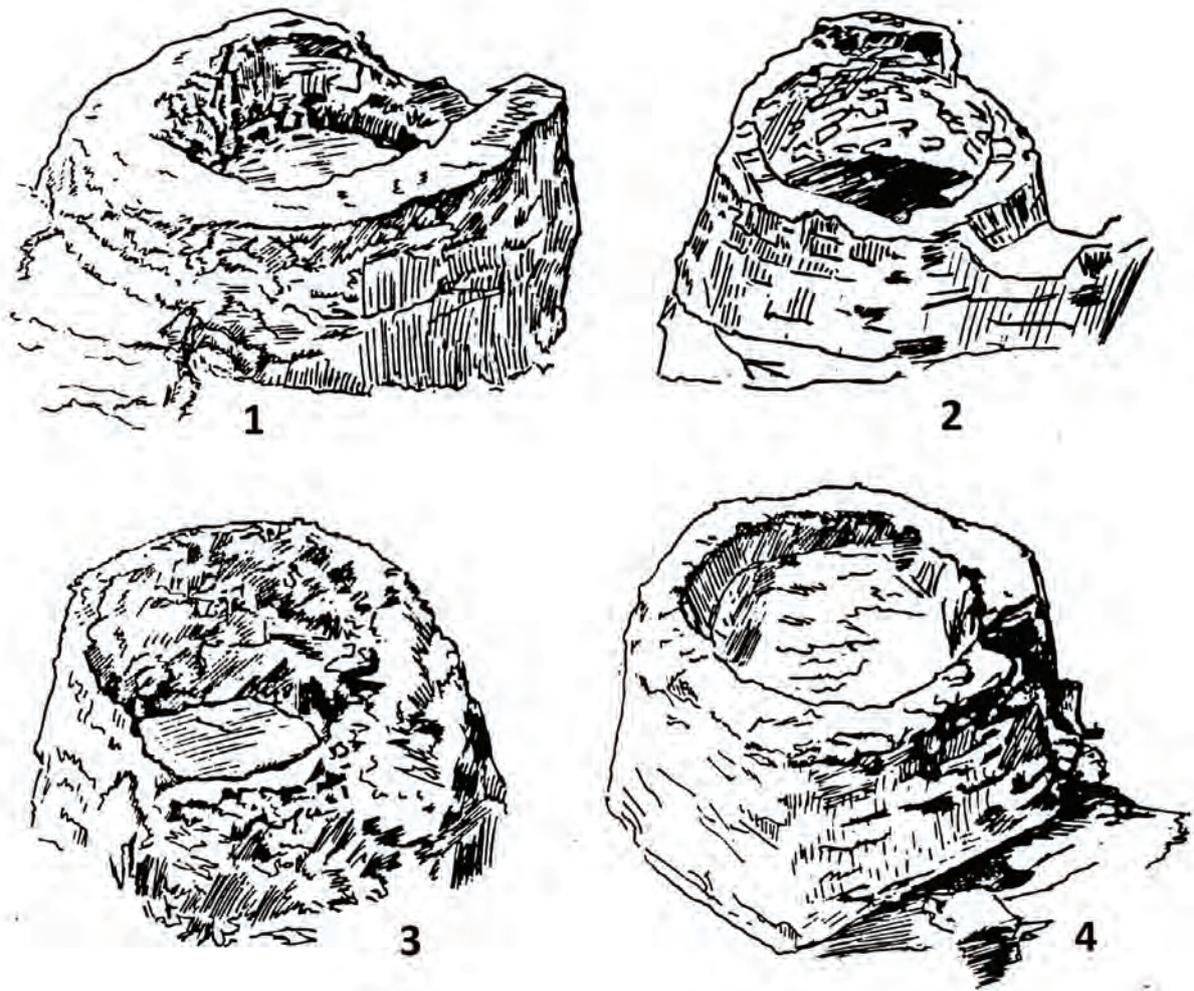


Рис. 15. Metallургические горны Болгара (с рисунков Д.И. Архангельского).



Горн 1 из раскопа I 1948 г.



Горн 5 из раскопа I 1948 г.

Рис. 16. Metallургические горны Болгара (с акварелей Д.И. Архангельского).

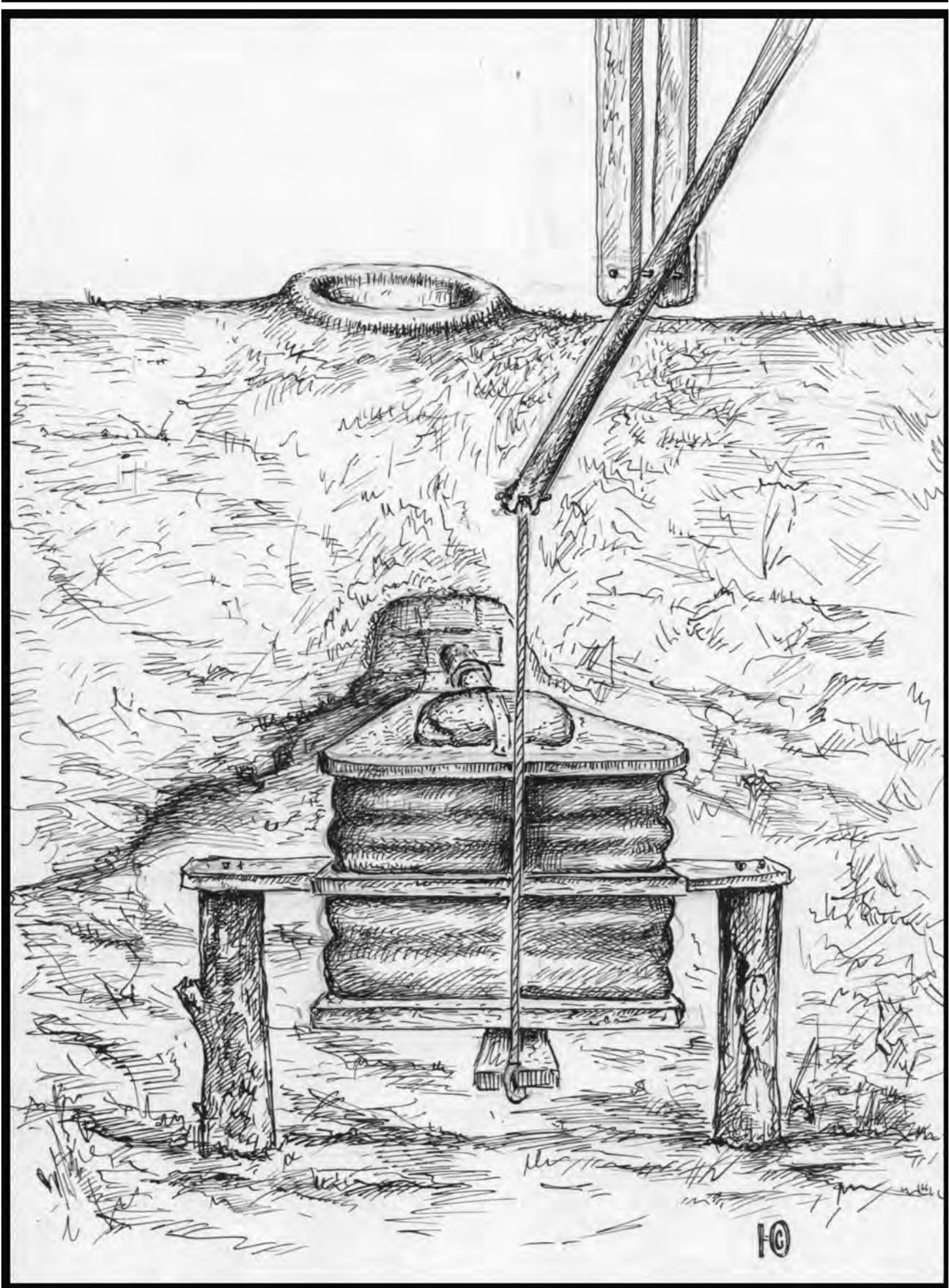


Рис. 17. Графическая реконструкция металлургического горна ямной конструкции Волжской Булгарии X-XII вв. (по результатам исследований на территории городища Хулаш).

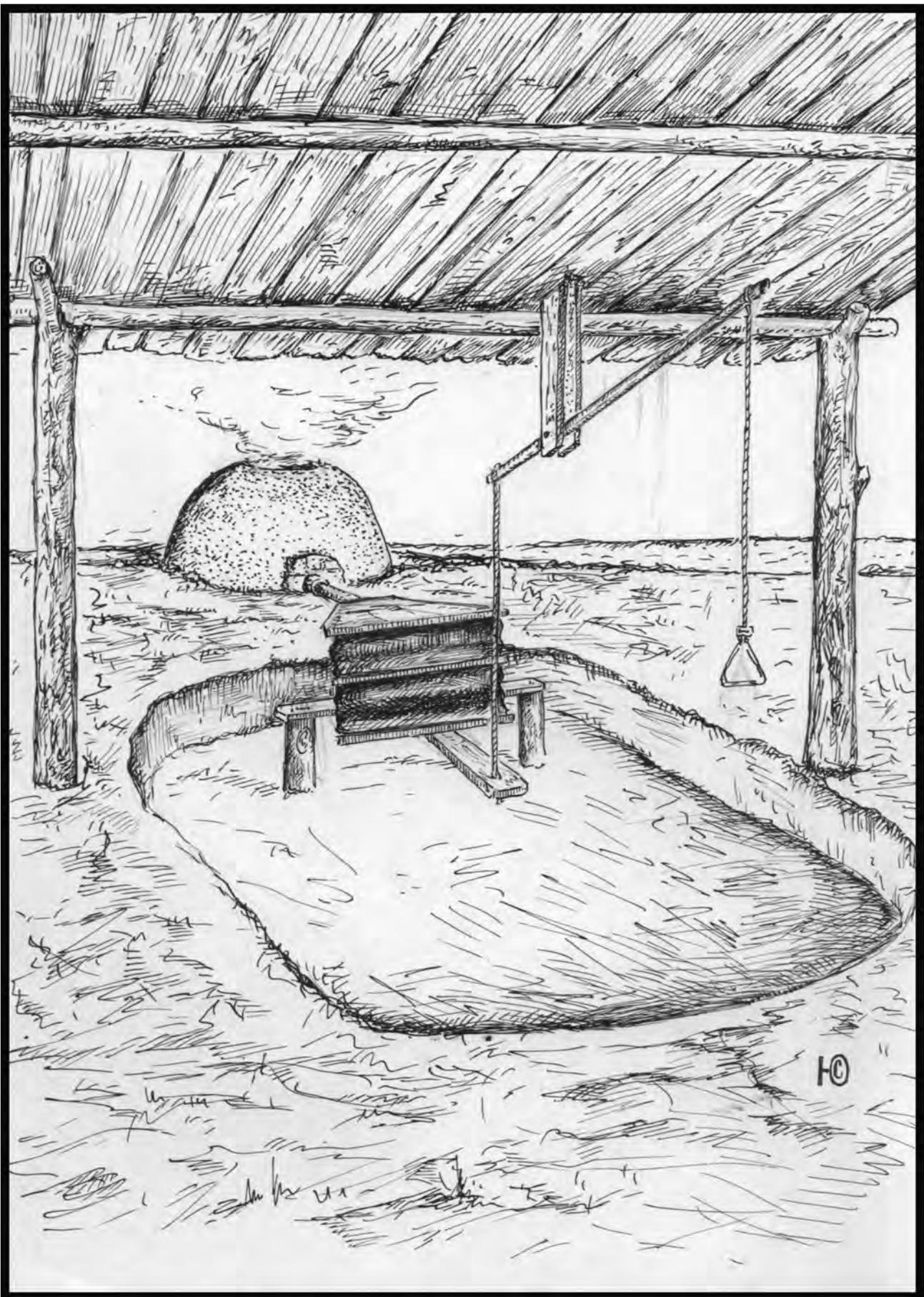


Рис. 18. Графическая реконструкция металлургического горна наземной конструкции Волжской Булгарии XI–XII вв. (по остаткам горнов 2 и 3 раскопа II 1949 г.).



Рис. 19. Metallurgical furnace from the Muromskaya fortification. Excavations by G.I. Matveeva.

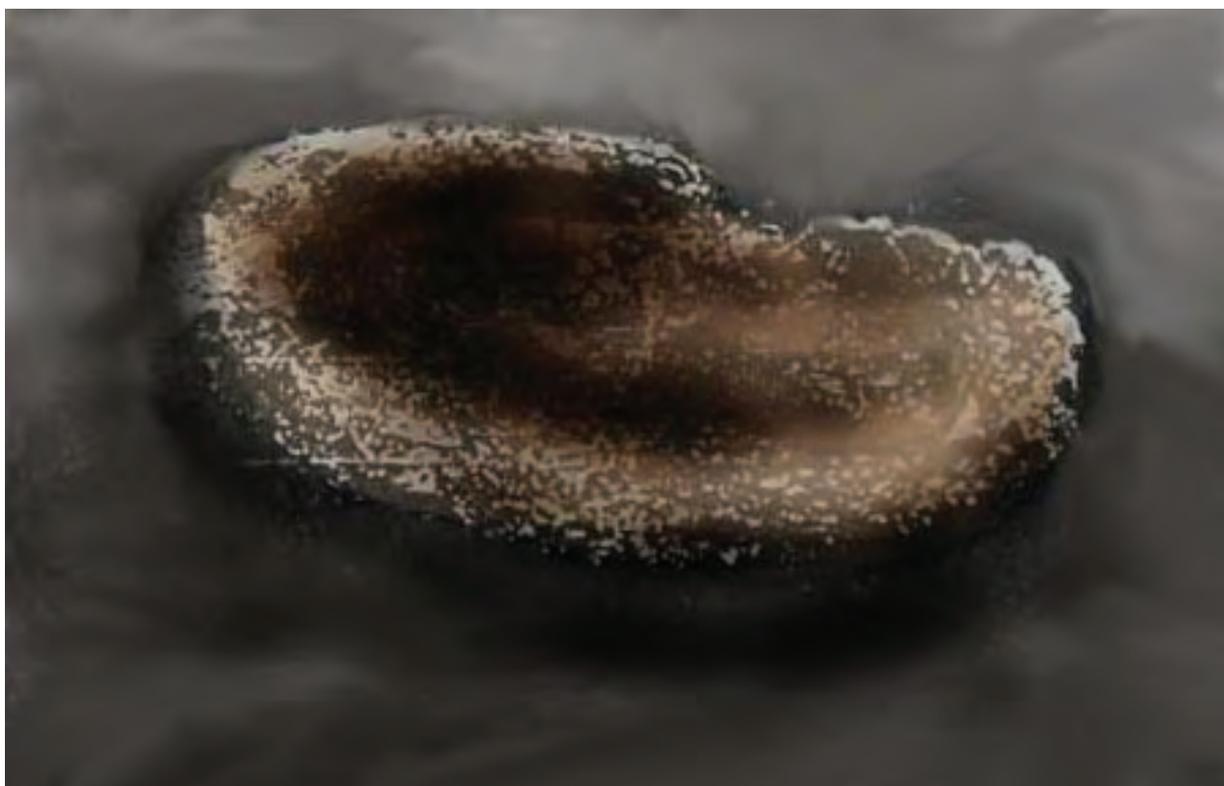


Рис. 20. Furnace for roasting ore from the Muromskaya fortification. Excavations by G.I. Matveeva.

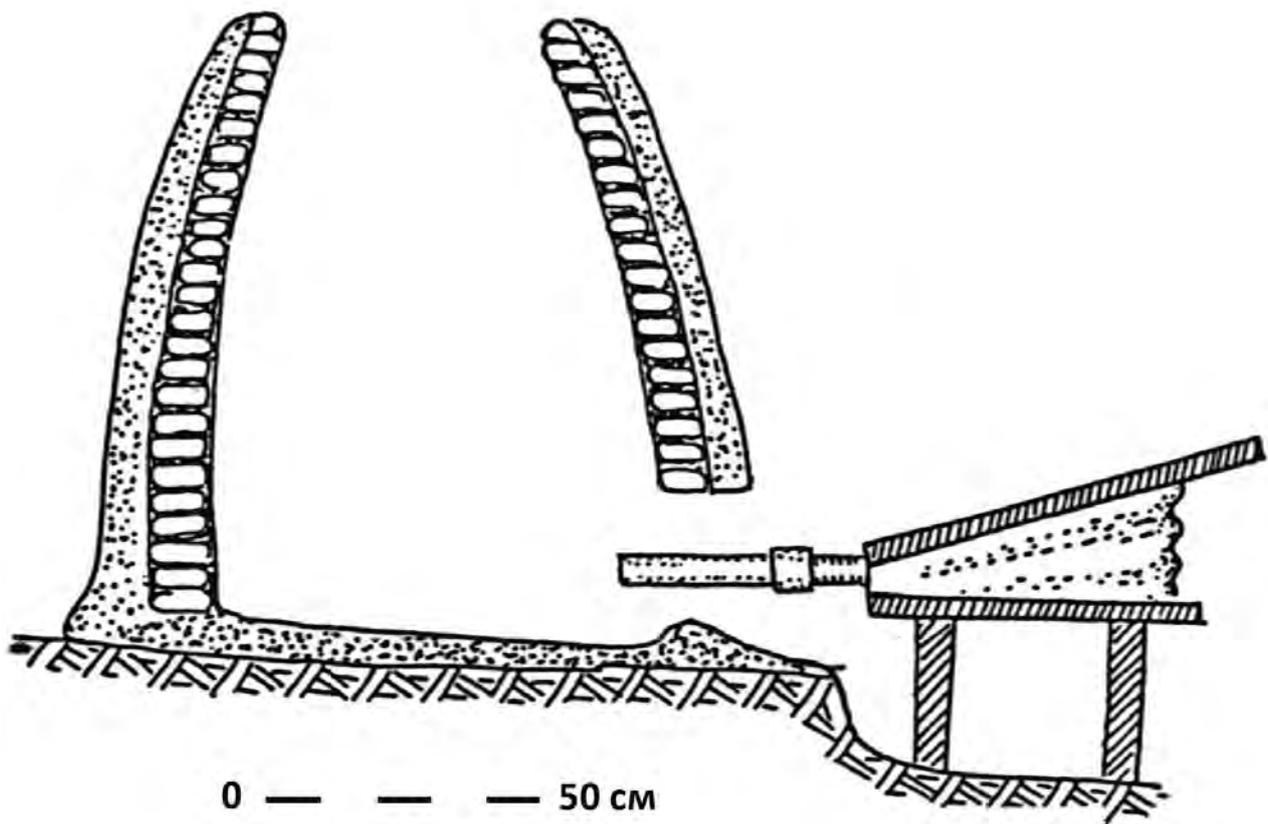


Рис. 21. Графическая реконструкция металлургического горна наземной конструкции Болгарского городища XIII – первой пол. XIV вв. в разрезе (по остаткам горна N 8 из раскопа I 1948 г.).

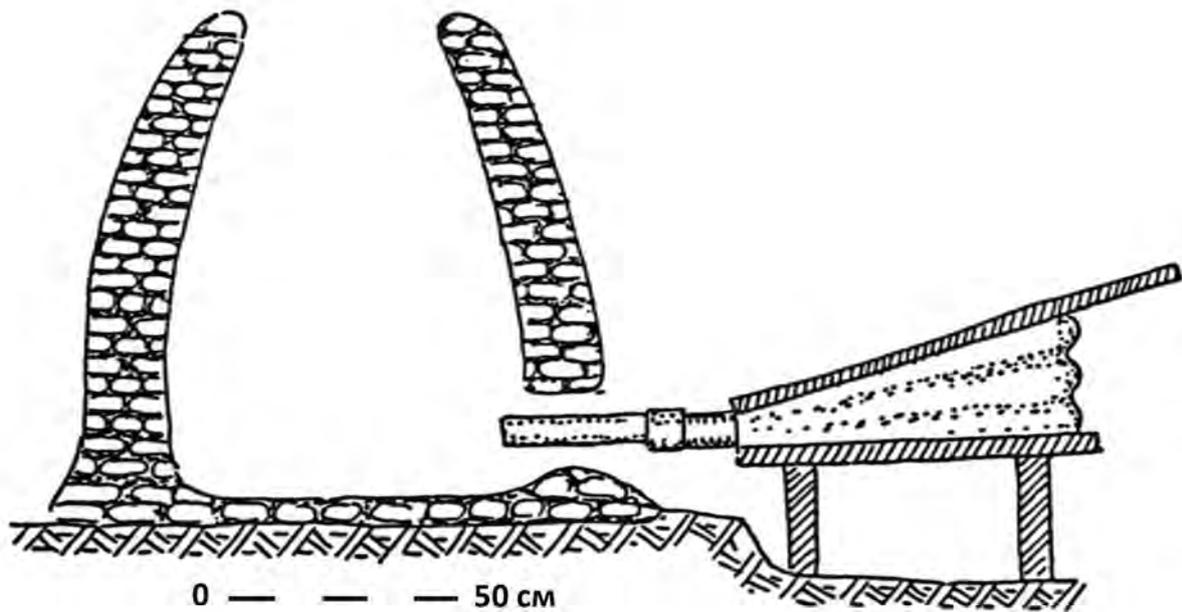


Рис. 22. Графическая реконструкция металлургического горна Болгарского городища XIII – первой пол. XIV вв. в разрезе (по остаткам горна N 9 из раскопа I 1948 г.).

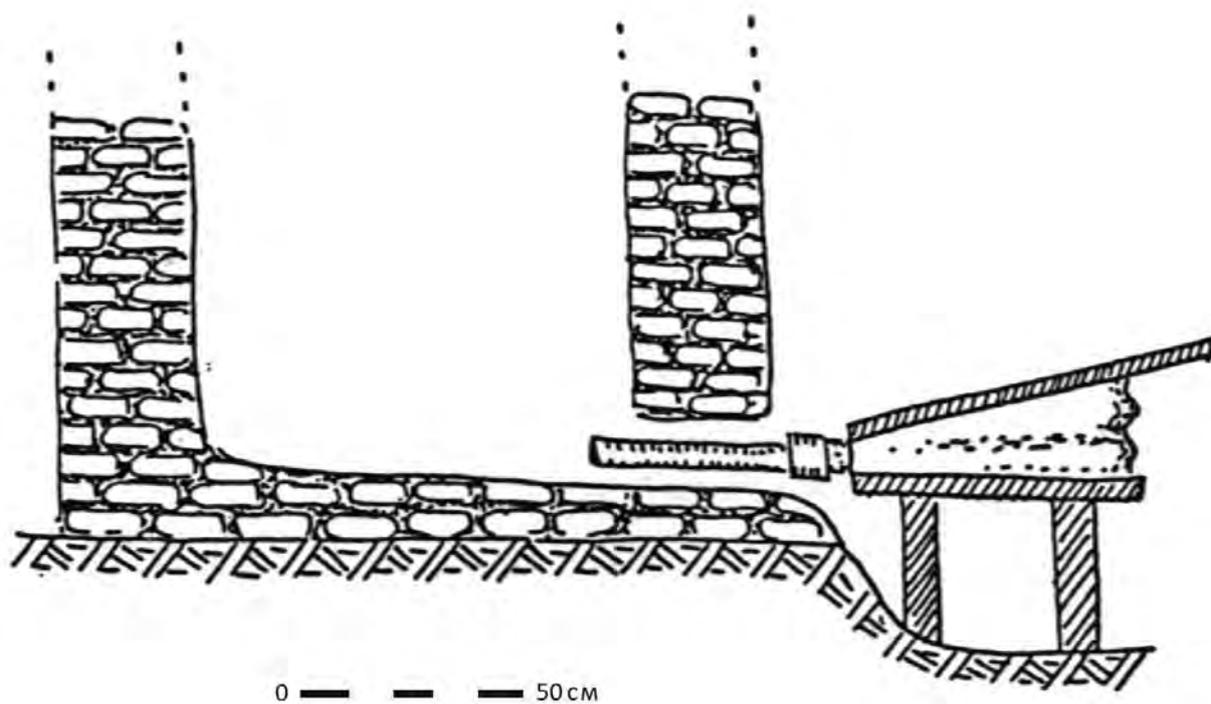


Рис. 23. Графическая реконструкция нижнего уровня металлургического горна наземной конструкции Болгарского городища XIII – первой пол. XIV вв. в разрезе (по остаткам горна N 4 из раскопа I 1948 г.).

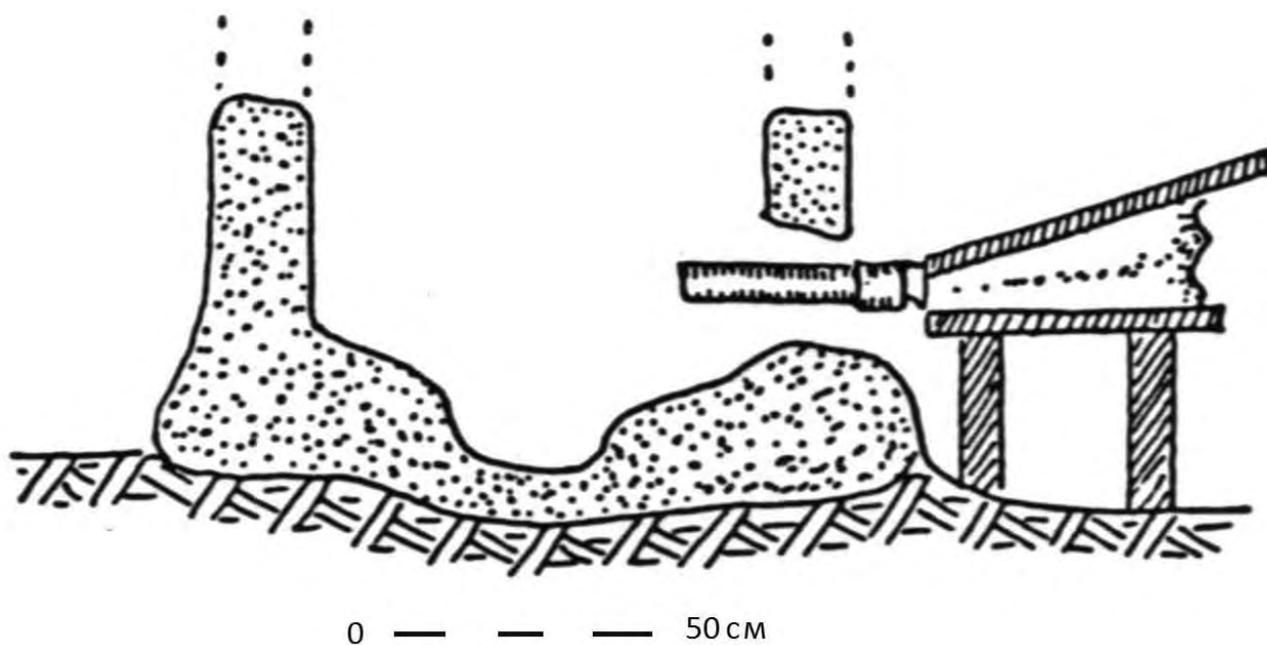


Рис. 24. Реконструкция нижнего уровня сыродутного металлургического горна наземной конструкции конца XIII-первой пол. XIV вв. в разрезе (по остаткам горна N 2 из раскопа I 1948 г.).

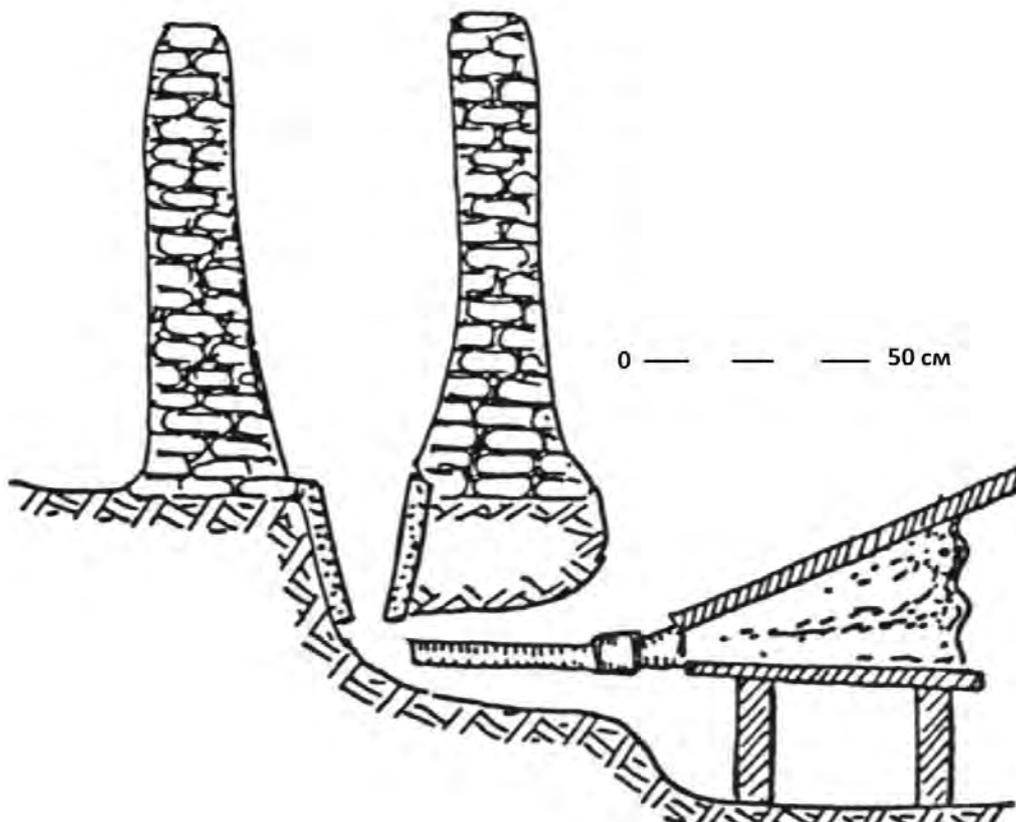


Рис. 25. Графическая реконструкция наземного сыродутного металлургического горна второй пол. XIII-начала XIV вв. в разрезе из раскопа 1954 г.

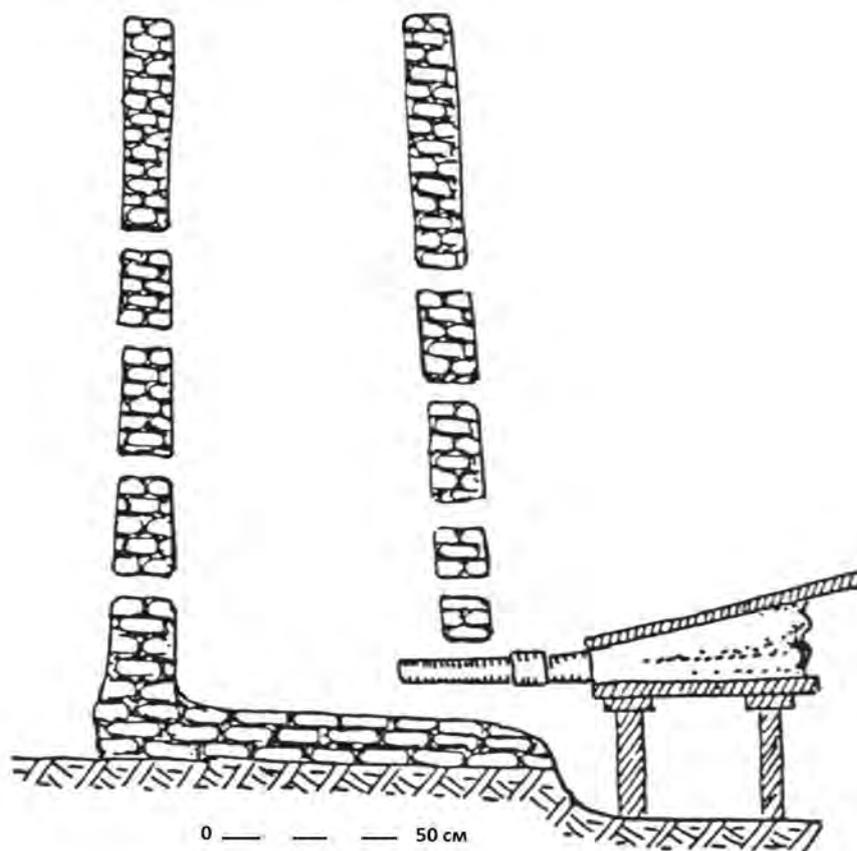


Рис. 26. Графическая реконструкция металлургического горна (типа Stükofen) из раскопа I 1948 г. второй пол. XIII - начала XIV вв.



Рис. 27. Горн 6 из раскопа I 1948 г.
(с акварели Д.И.Архангельского).

Рис. 28. Товарная железная крица
со Старокуйбышевского селища.





Рис. 29. Скопление товарных железных криц на Старокуйбышевском селище.



Рис. 30. Товарные железные крицы на Старокуйбышевском селище.

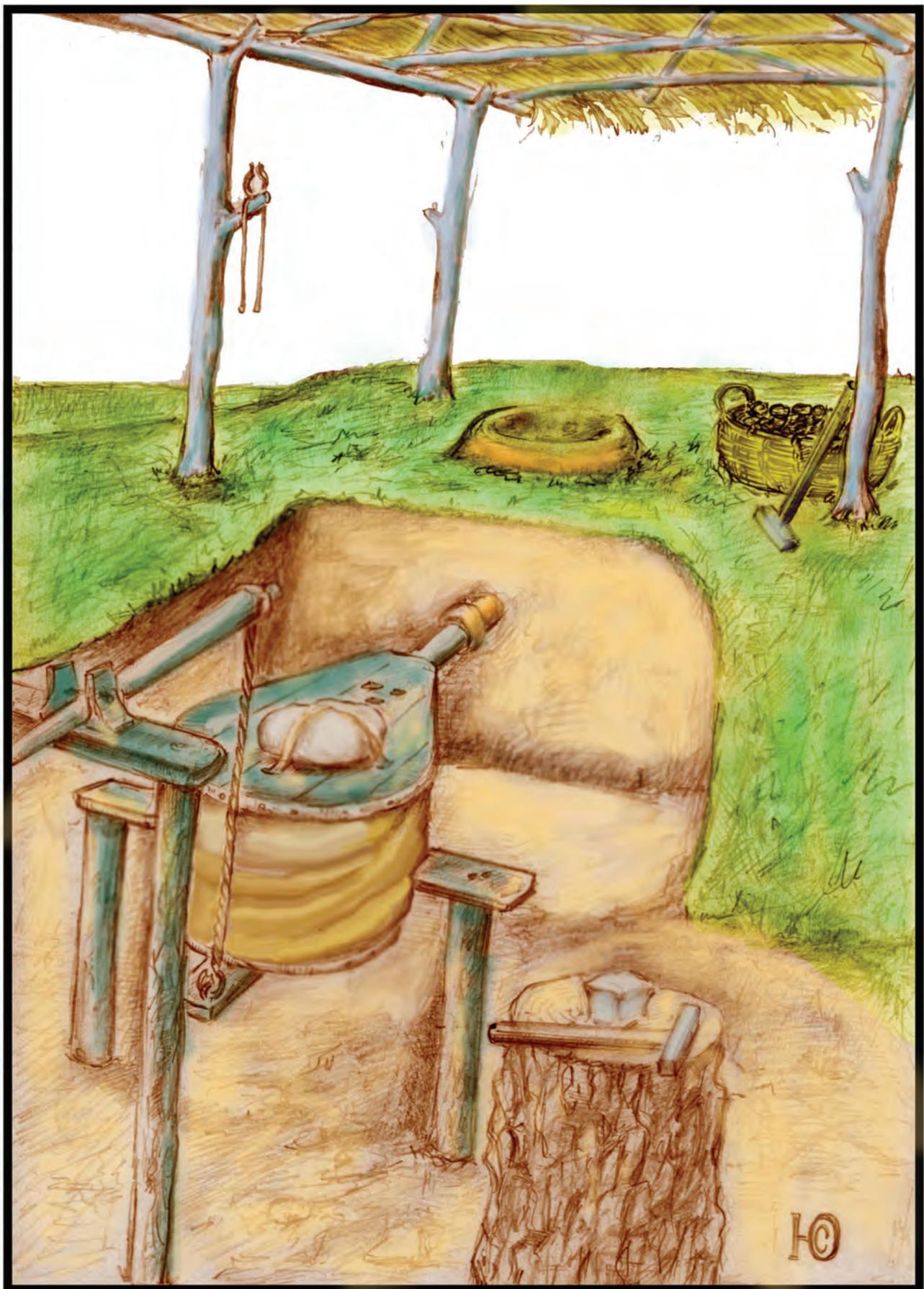


Рис. 31. Графическая реконструкция летней кузницы раннебулгарского периода. Автор - Ю.А.Семькин.

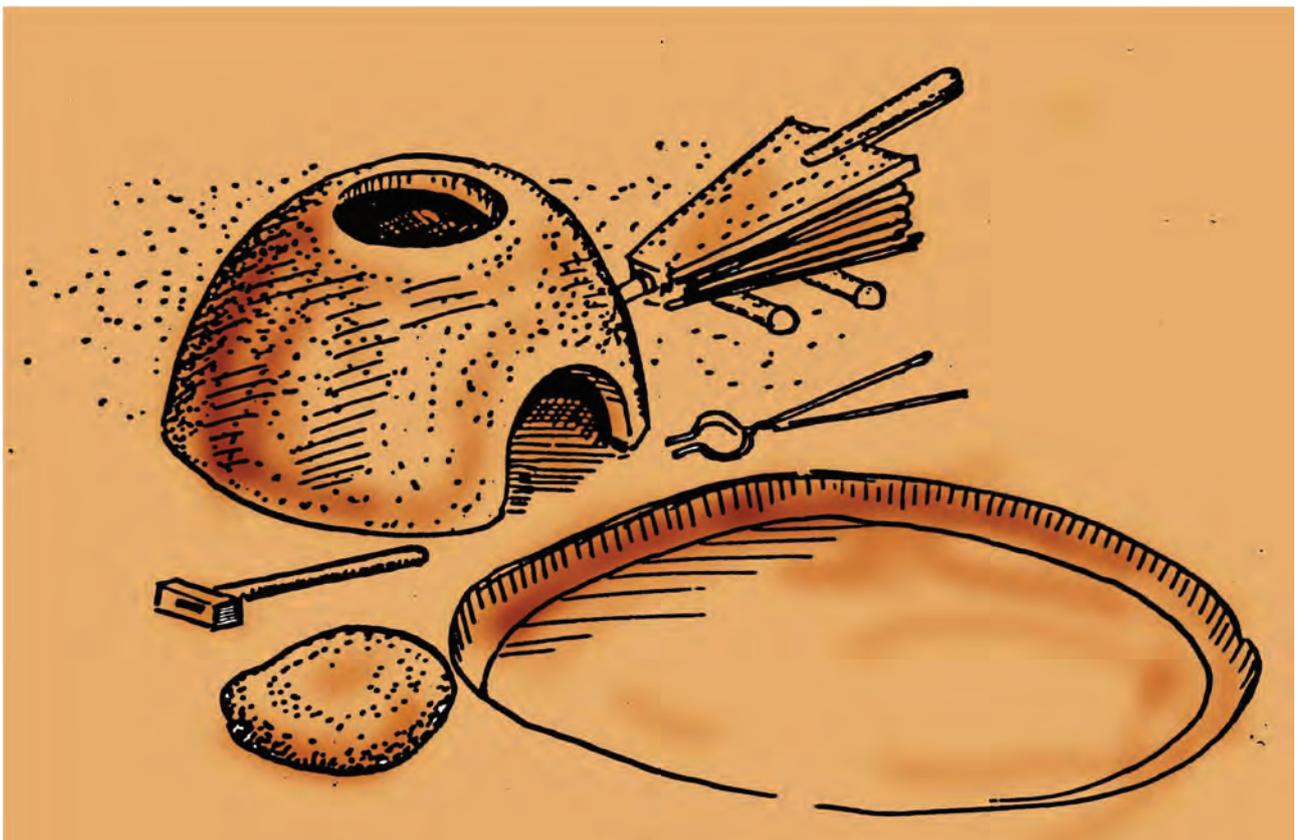


Рис. 32. Графическая реконструкция кузницы с Билярского городища (по А.Х. Халикову).

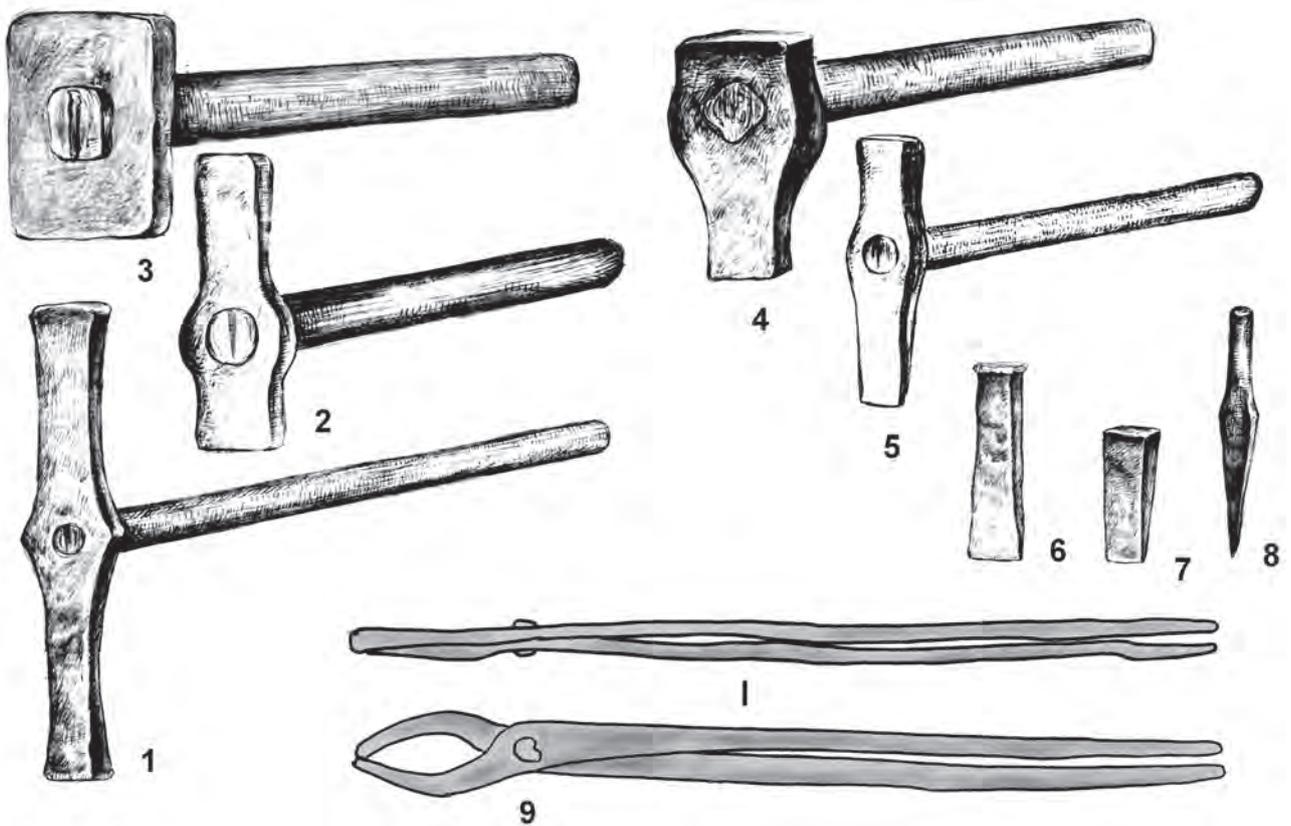


Рис. 33. Кузнечный инструментарий с памятников Волжской Булгарии.

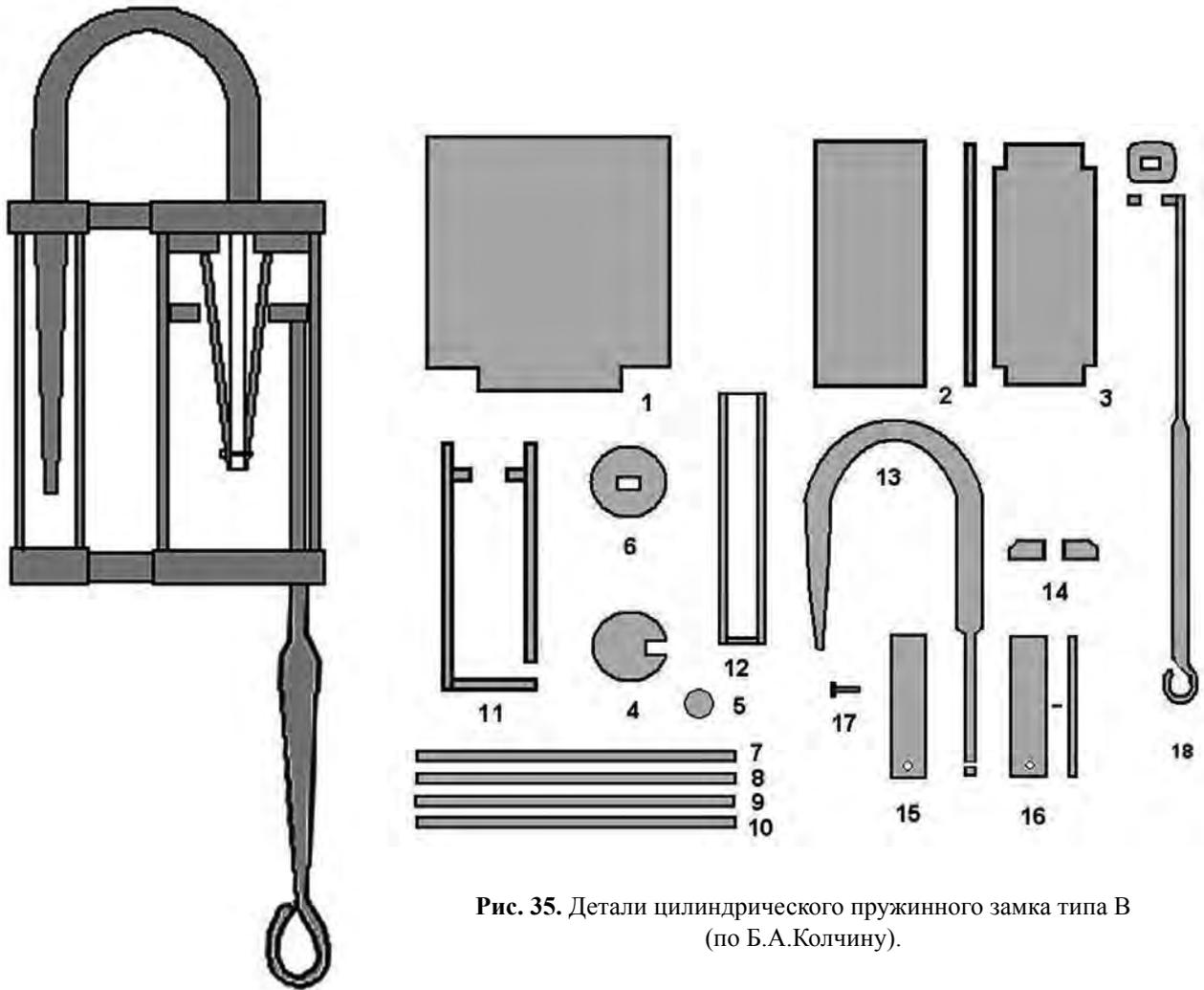


Рис. 35. Детали цилиндрического пружинного замка типа В (по Б.А.Колчину).

Рис. 34. Разрез пружинного цилиндрического замка типа В (по Б.А. Колчину).

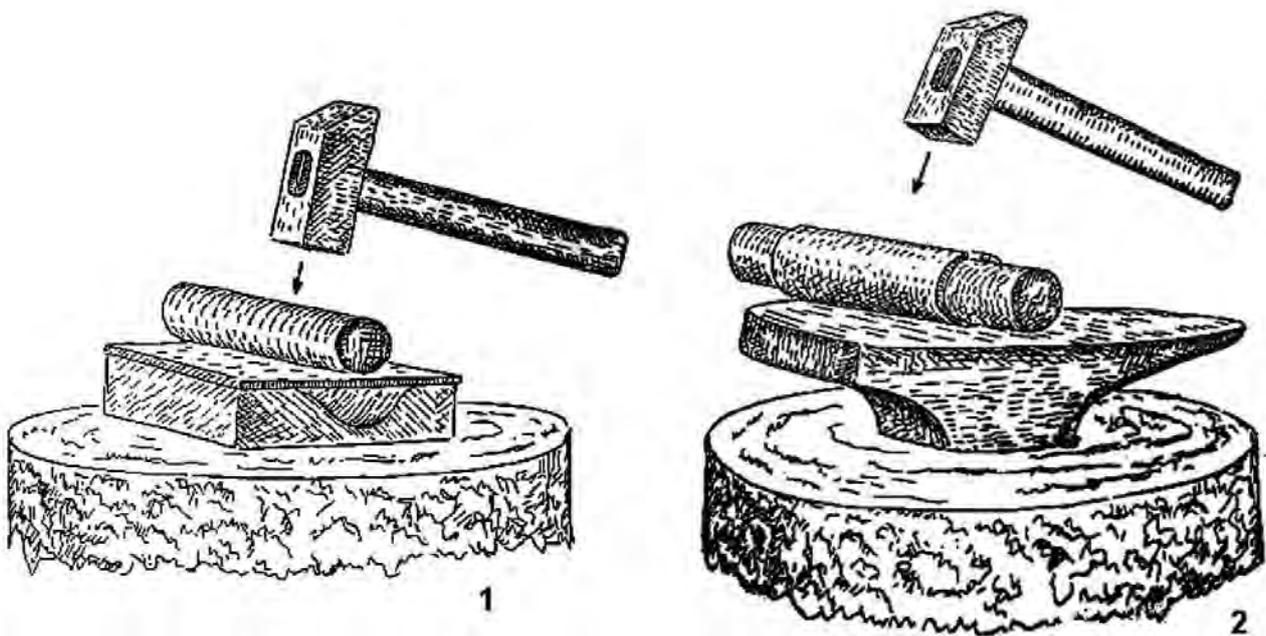


Рис. 36. Эксперимент по изготовлению реплики цилиндрического пружинного замка типа В (по типологии Б.А. Колчина). Процесс изготовления заготовки корпуса цилиндрического замка на специальной оправке.



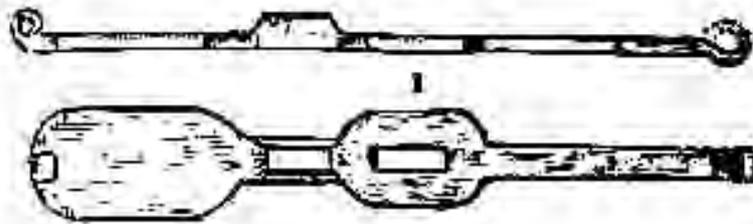
1-реплика цилиндрического замка типа В (ключ вставлен в корпус, пружинный узел слегка выдвинут вверх);
2- ключ от замка; 3- дужка замка с пружинным узлом; 4 -верхняя часть корпуса замка с отверстием для ввода пружинного узла; 5 – нижняя часть корпуса замка с отверстием для ввода ключа.

Рис. 37. Реплика пружинного цилиндрического замка типа В (по Б.А.Колчину), изготовленная автором в ходе кузнечно-слесарного эксперимента.

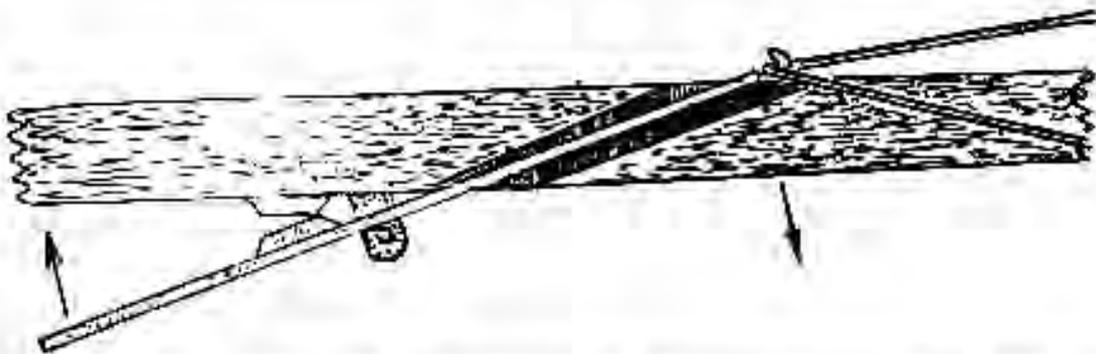


1-Корпус замочка в форме лошадки с пазом для ввода ключа. 2-Вид на корпус замочка с обратной стороны.
 3- ключ для замочка. 4 - пружинный узел для замочка со стальной пружинкой.
 Литье по восковой модели, пайка медью, клепка медной заклепкой.

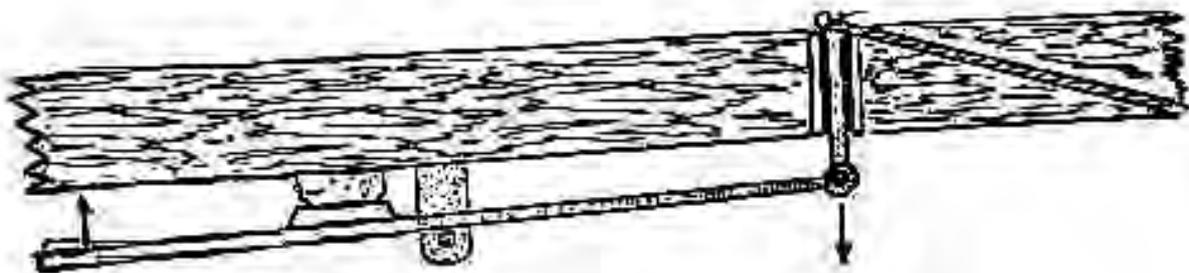
Рис. 38. Экспериментальная реплика волжско-булгарского замочка из цветного металла в форме животного (изготовлена в ходе литейно-слесарного эксперимента автором и ульяновским литейщиком Ю.И.Поляниным).



1. Спусковой крючок арбалета волжско-булгарского типа.

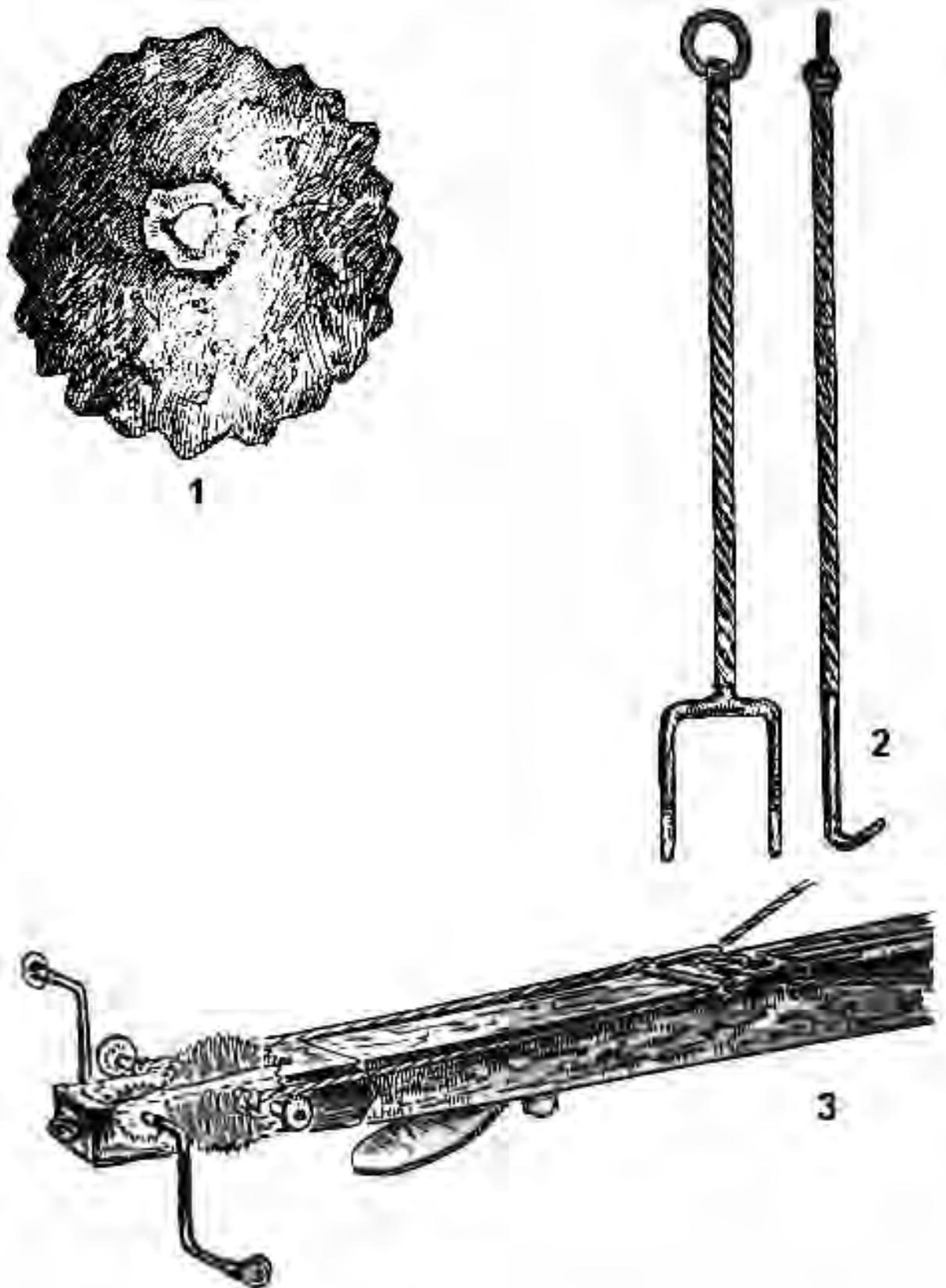


2. Первый вариант реконструкции спускового механизма арбалета волжско-булгарского типа.



3. Второй вариант реконструкции спускового механизма арбалета волжско-булгарского типа.

Рис. 39. Детали механизма взвода арбалета булгарского типа.



1 - Поворотное колесо системы натяжения болгарского арбалета с Тигашевского городища (по Г.А.Федорову-Давыдову). 2 - Поясной крюк для натяжения тетивы арбалета. 3 - Реконструкция натяжения тетивы арбалета с шестерней с Тигашевского городища.

Рис. 40. Детали механизма взвода арбалета болгарского типа.



Вид сверху на реплику арбалета со спусковым механизмом волжско-булгарского типа.



Вид снизу и сбоку на реплику арбалета со спусковым механизмом волжско-булгарского типа.

Рис. 41. Реплика арбалета со спусковым механизмом волжско-булгарского типа.

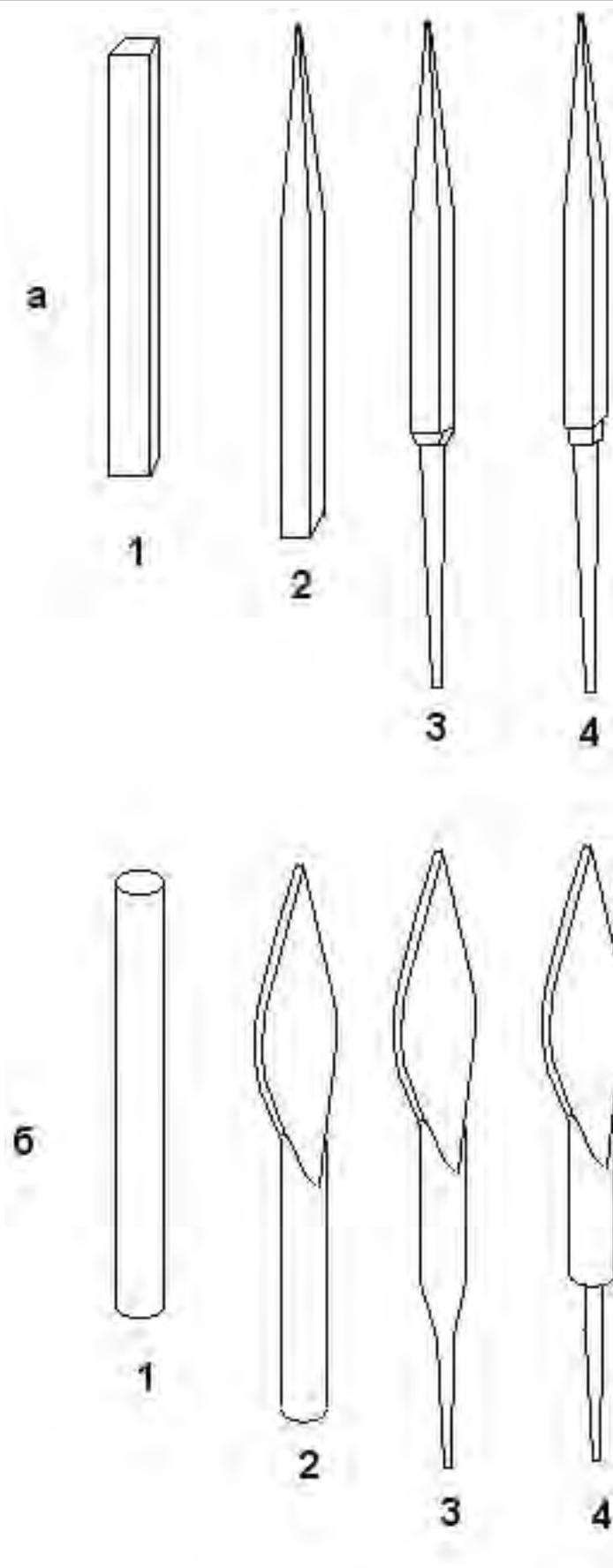


Рис. 42. Этапы изготовления наконечников стрел по результатам технологических кузнечных экспериментов.

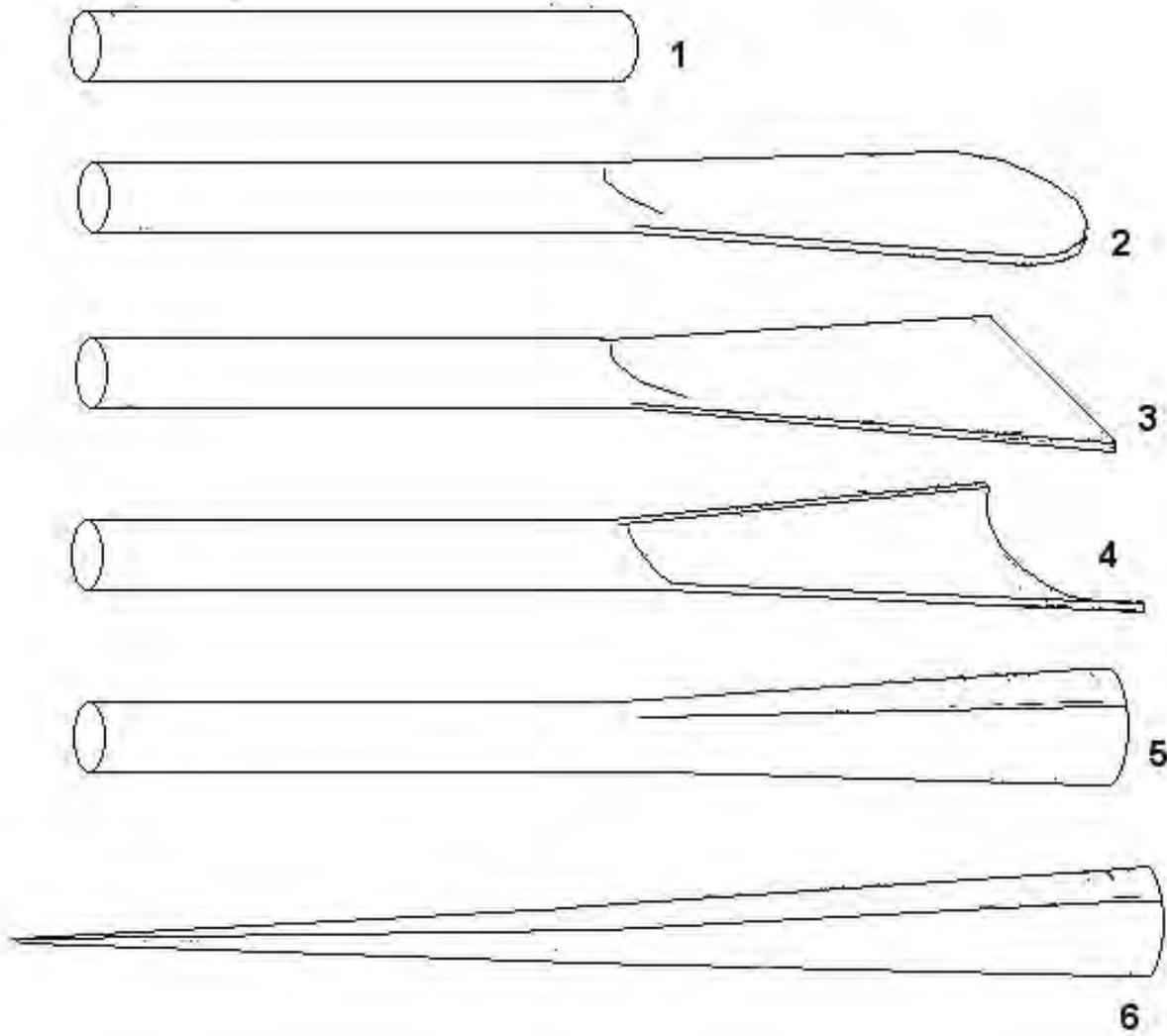


Рис. 43. Этапы изготовления наконечника пики по данным кузнечных технологических экспериментов.

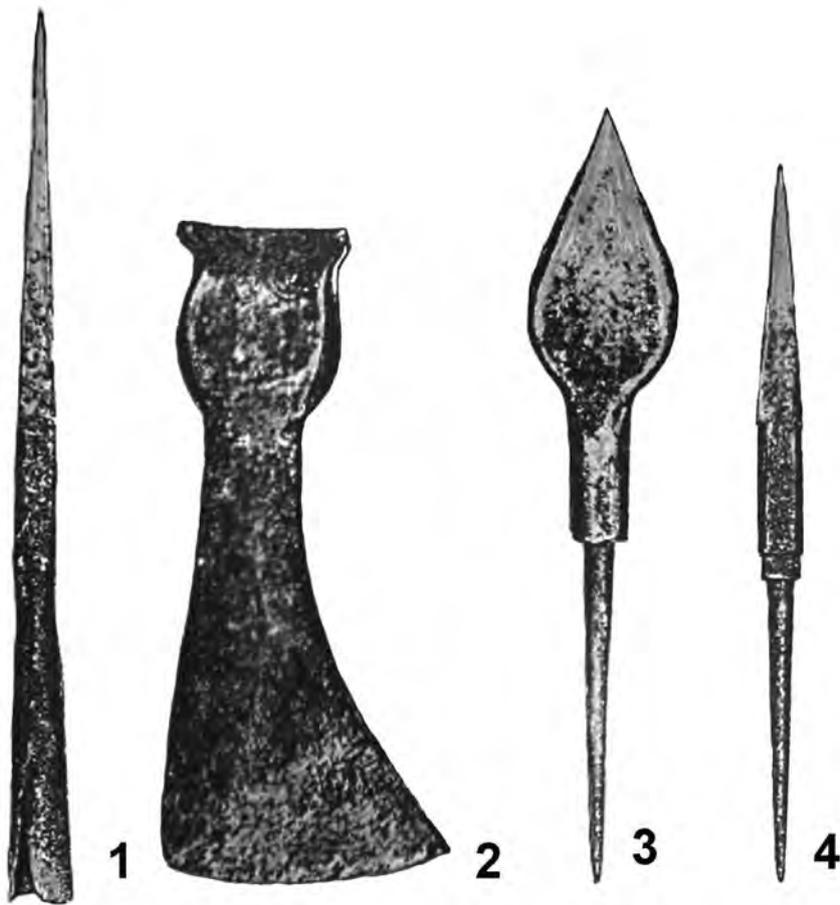


Рис. 44. Кузнечные эксперименты по изготовлению реплик предметов вооружения.

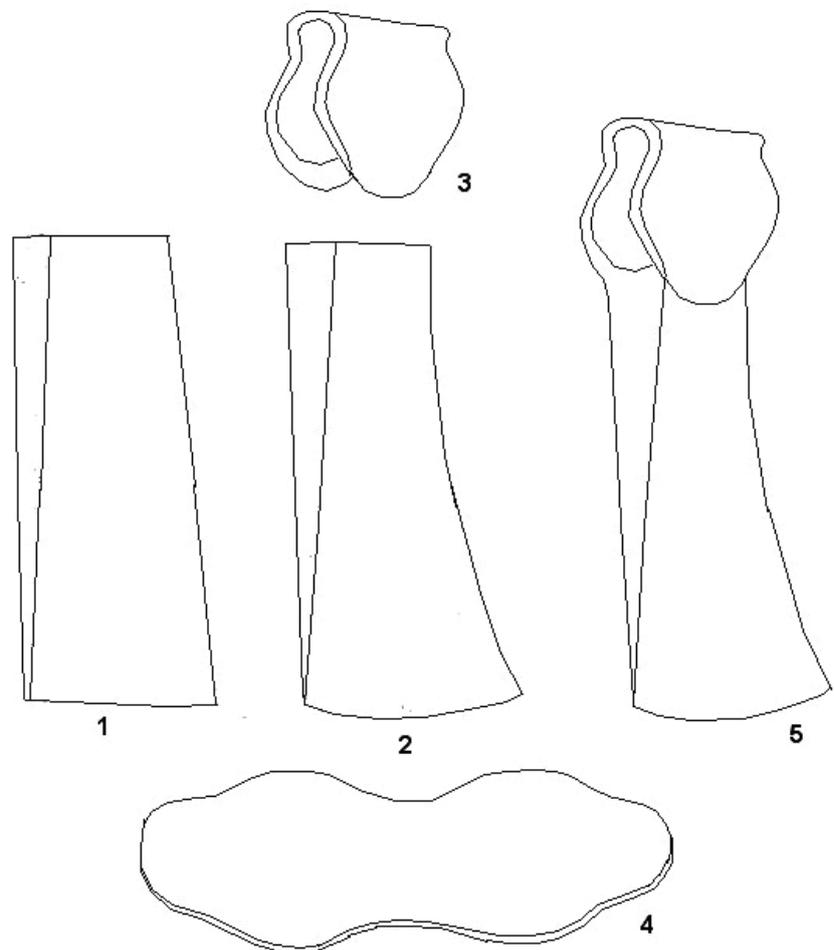


Рис. 45. Этапы изготовления топора по данным технологических кузнечных экспериментов.

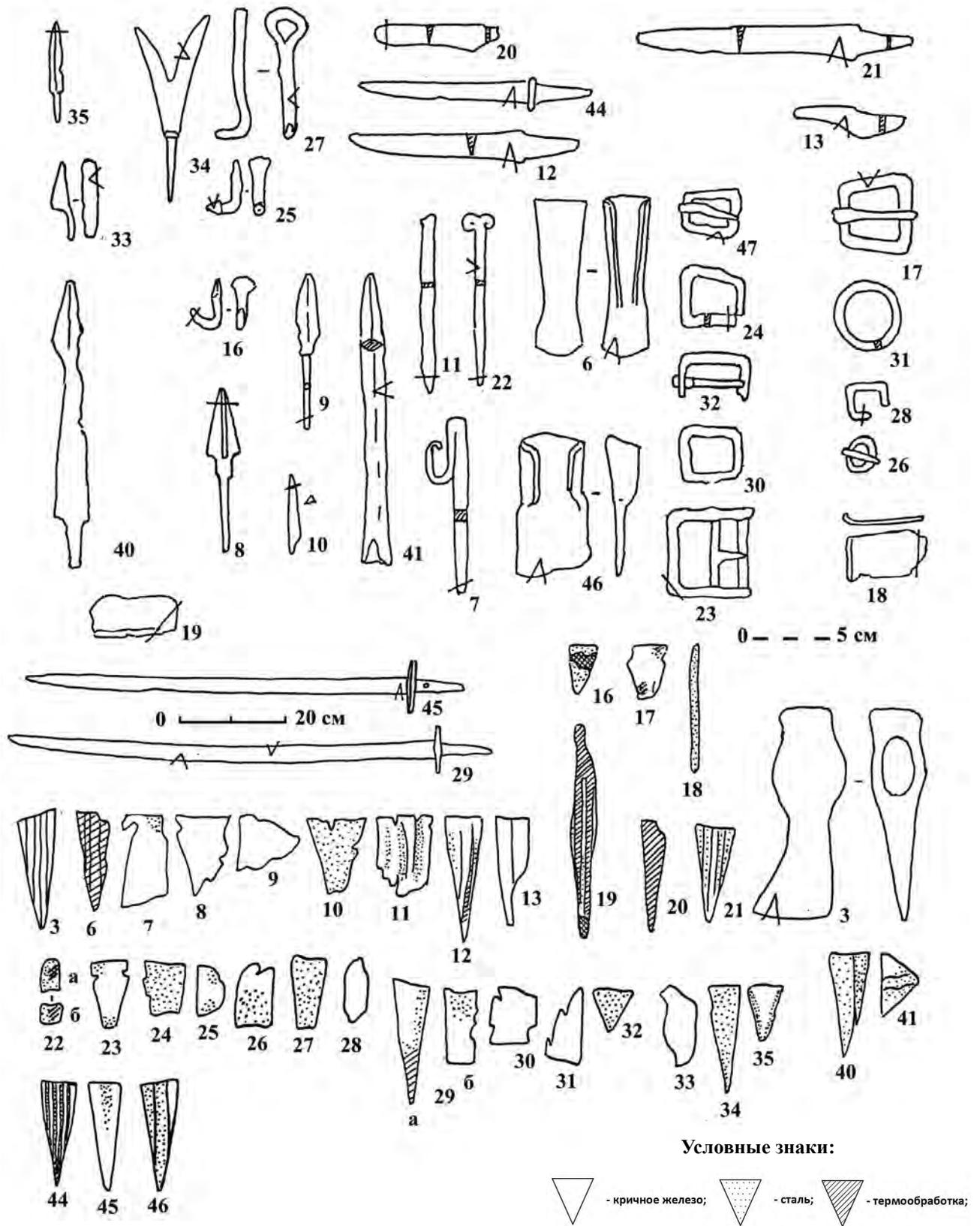


Рис. 46. Кузнечные изделия из Новинковского могильника и технологические схемы их изготовления.

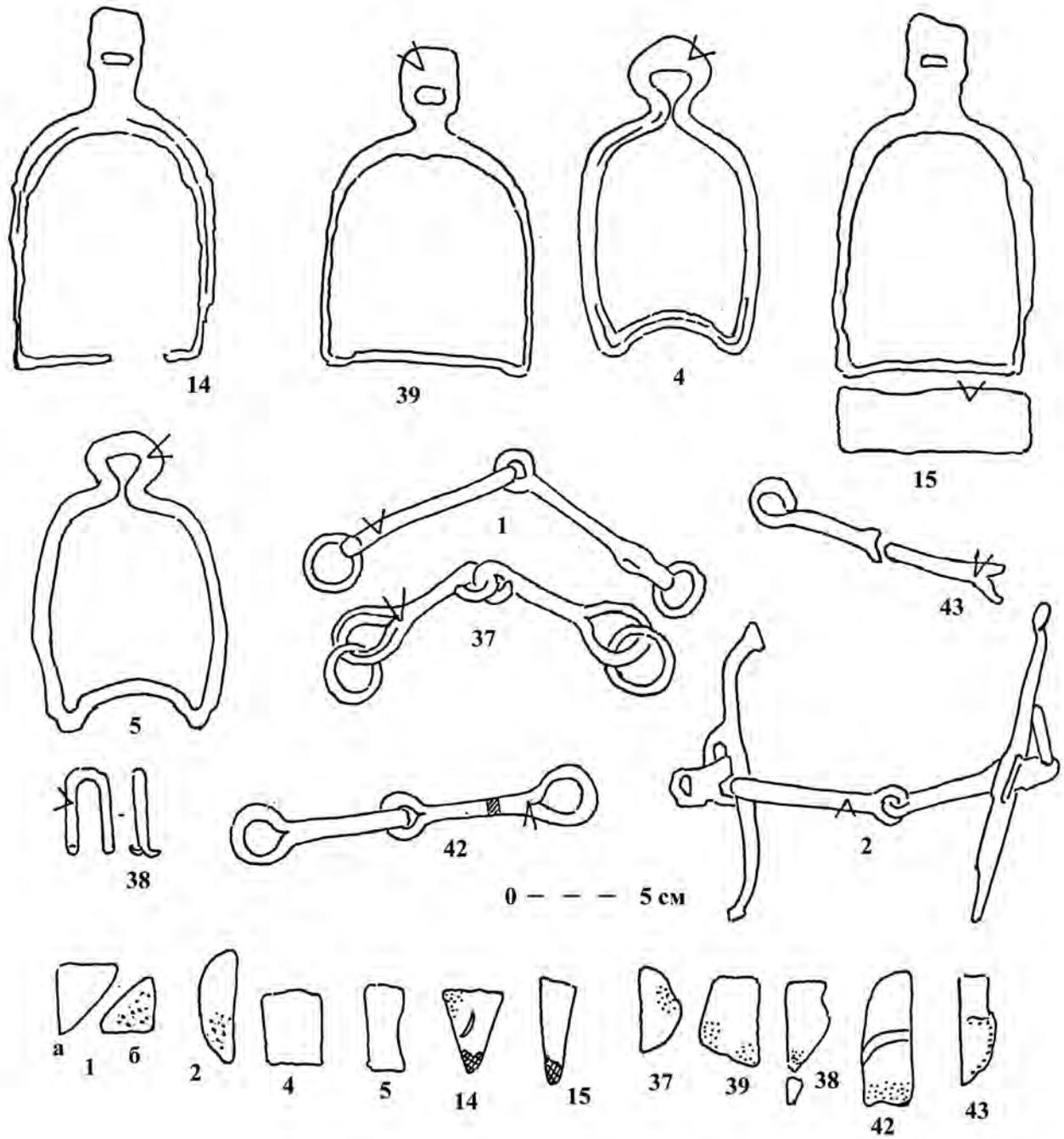


Рис. 47. Кузнечные изделия из Новинковского могильника и технологические схемы их изготовления.

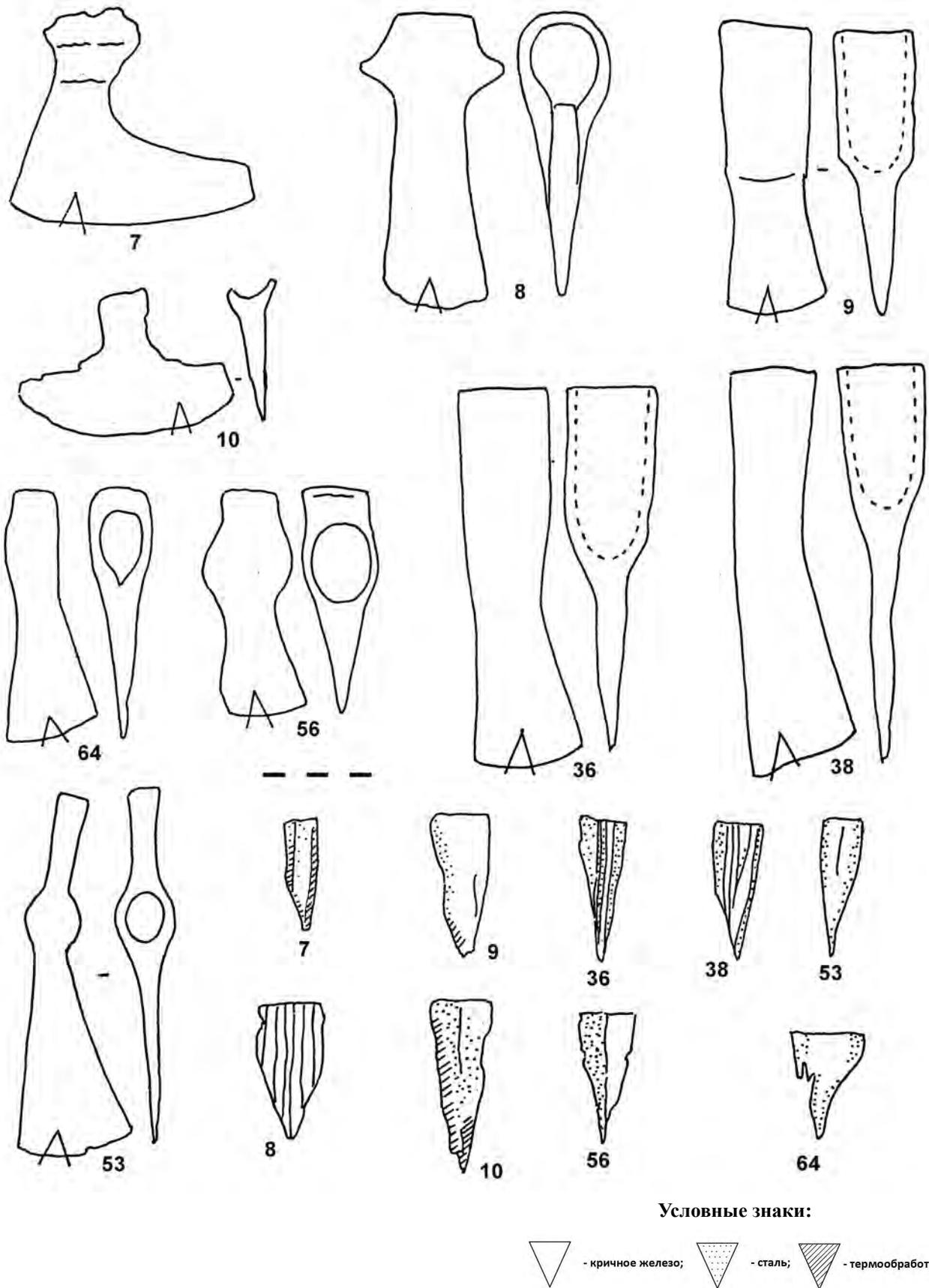


Рис. 48. Кузнечные изделия из Танкеевского могильника и технологические схемы их изготовления.

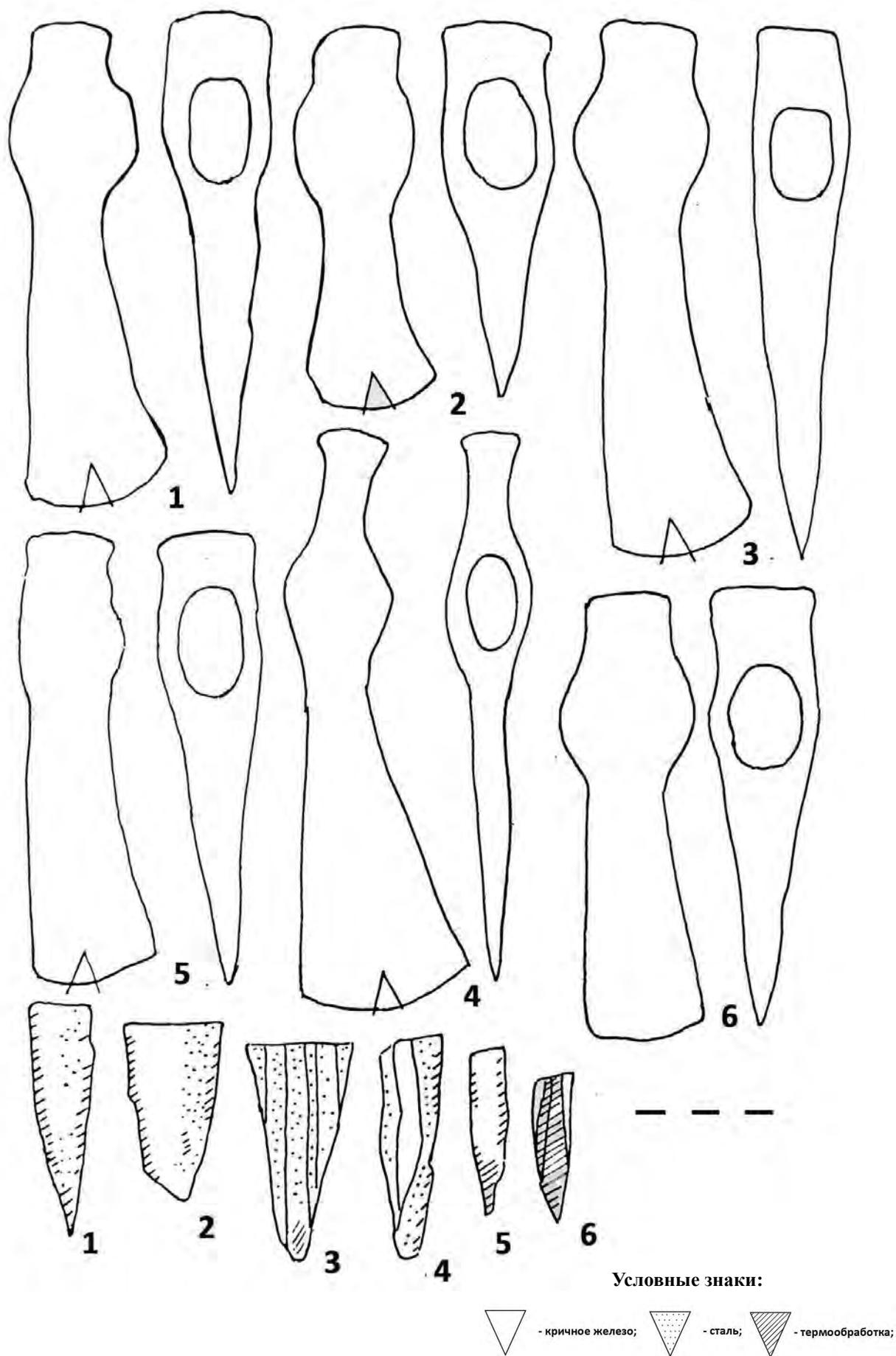


Рис. 48а. Кузнечные изделия из Танкеевского могильника и технологические схемы их изготовления.

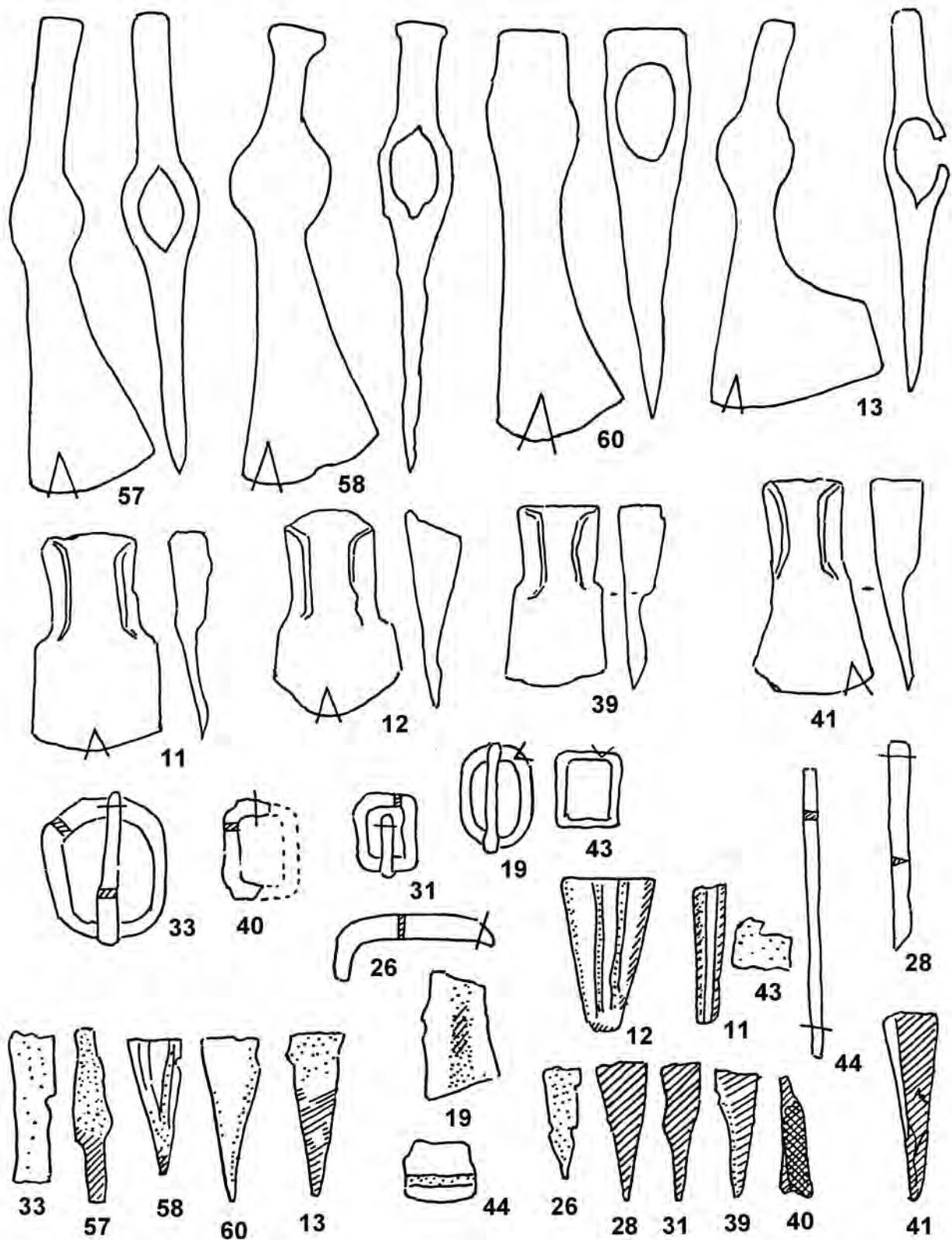


Рис. 49. Кузнечные изделия из Танкеевского могильника и технологические схемы их изготовления.

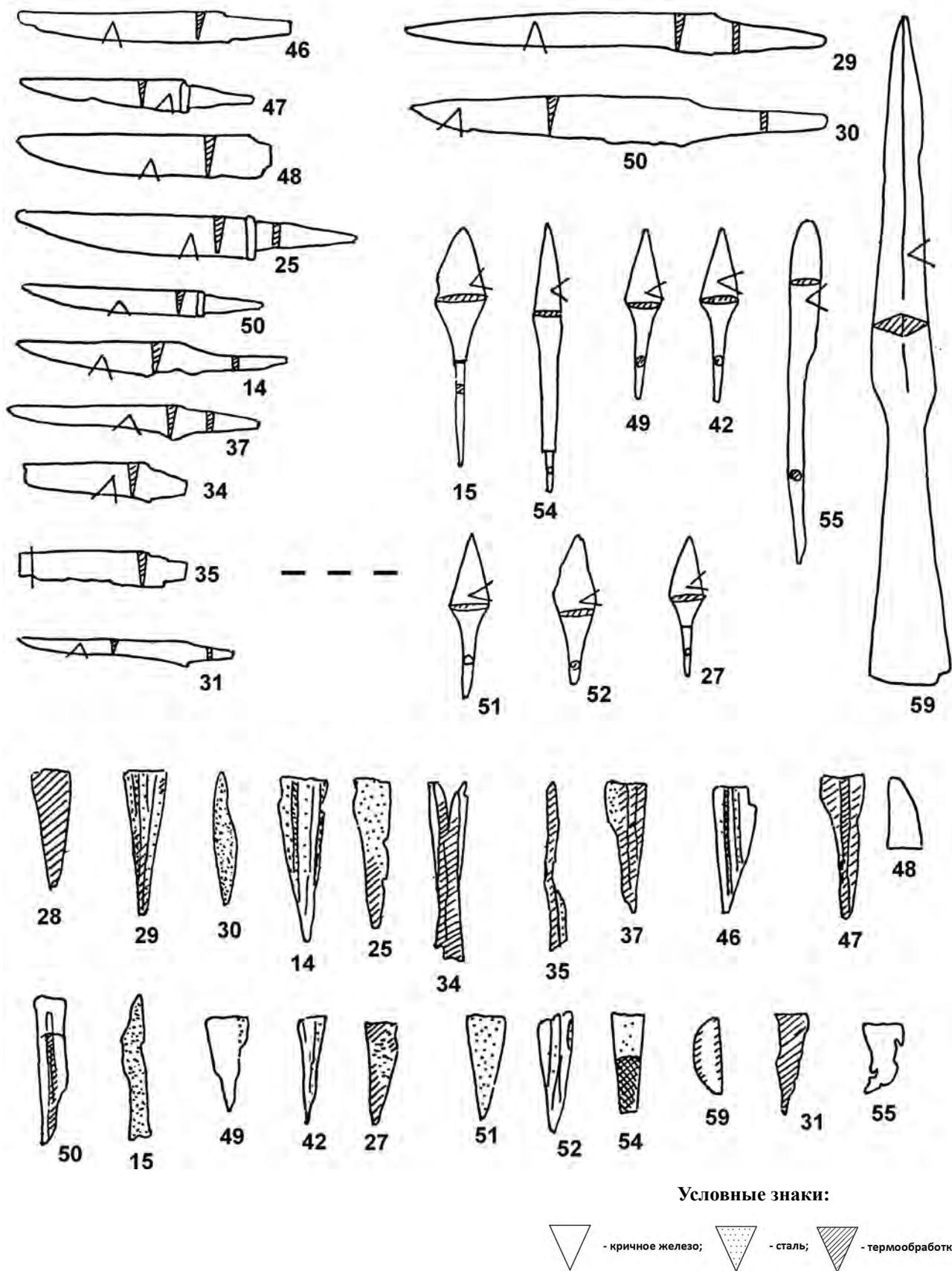


Рис. 50. Кузнечные изделия из Танкеевского могильника и технологические схемы их изготовления.

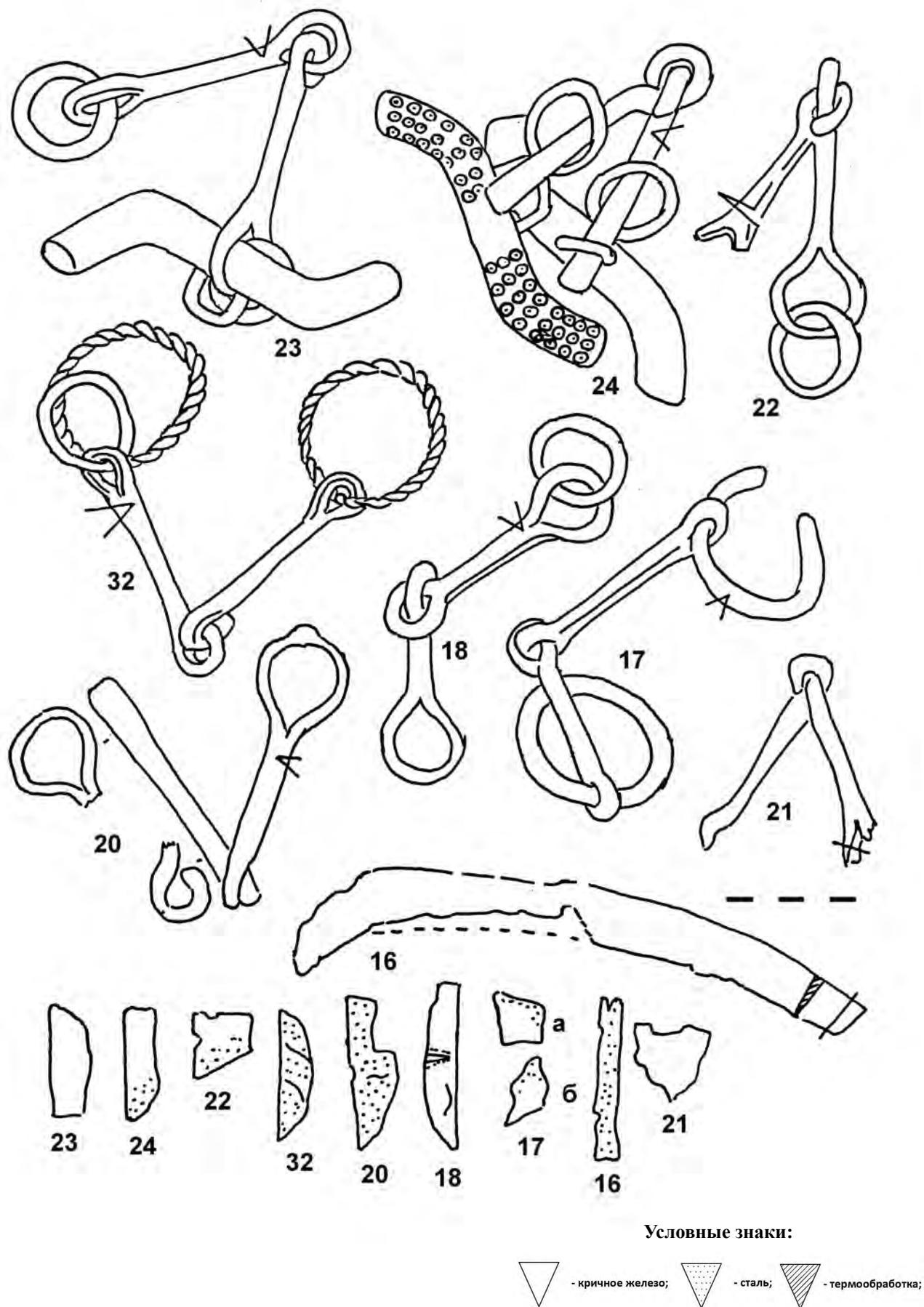
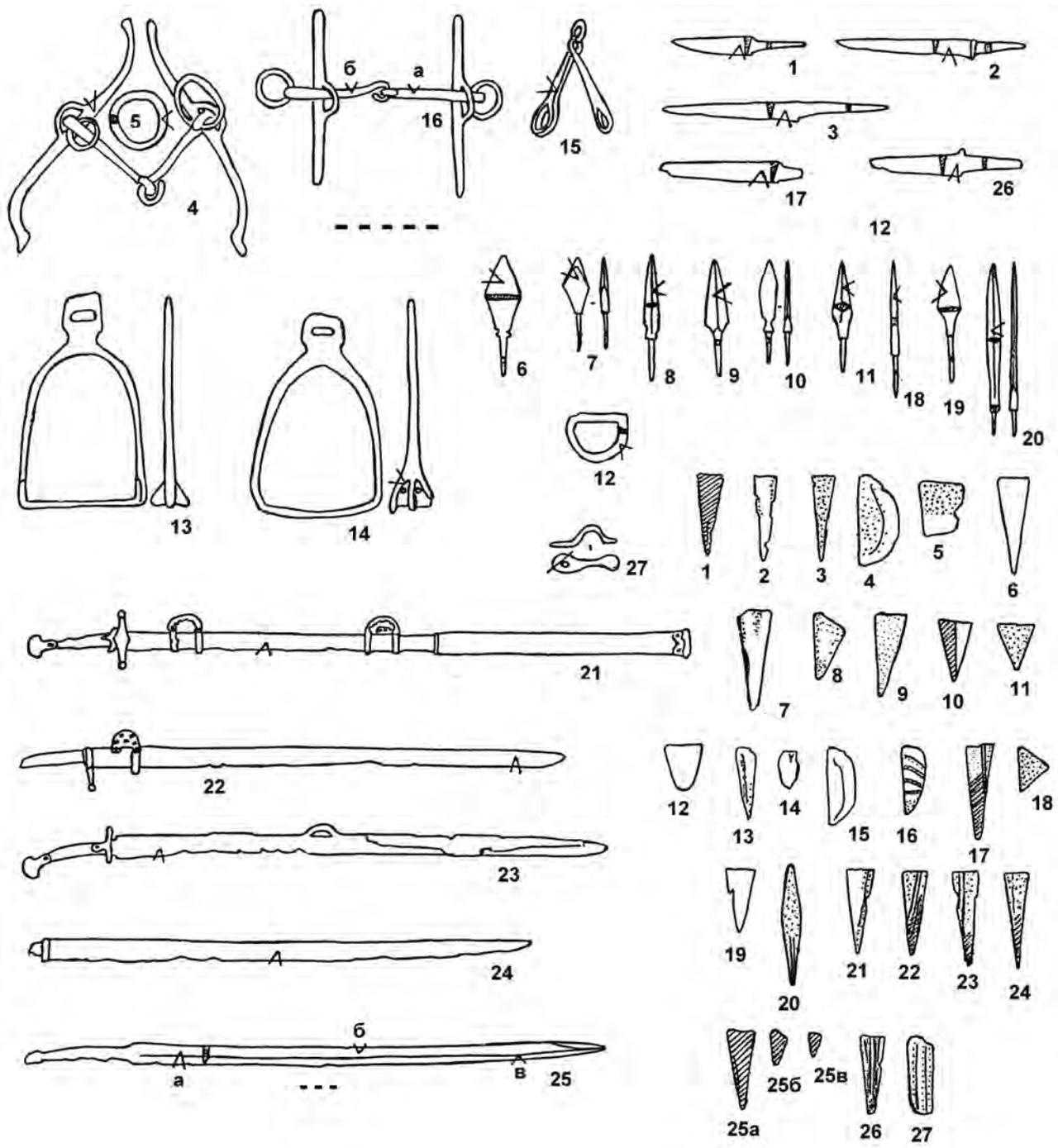


Рис. 51. Кузнечные изделия из Танкеевского могильника и технологические схемы их изготовления.



Условные знаки:

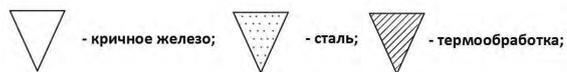


Рис. 52. Кузнечные изделия из Больше-Тиганского могильника и технологические схемы их изготовления.

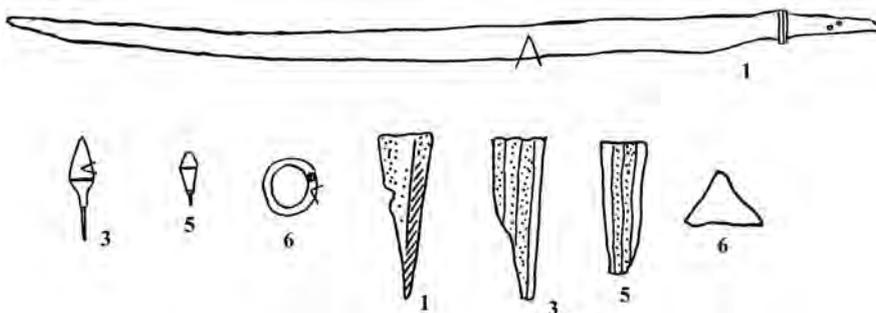


Рис 53. Кузнечные изделия из погребения у 115 километра и технологические схемы их изготовления.

Условные знаки:

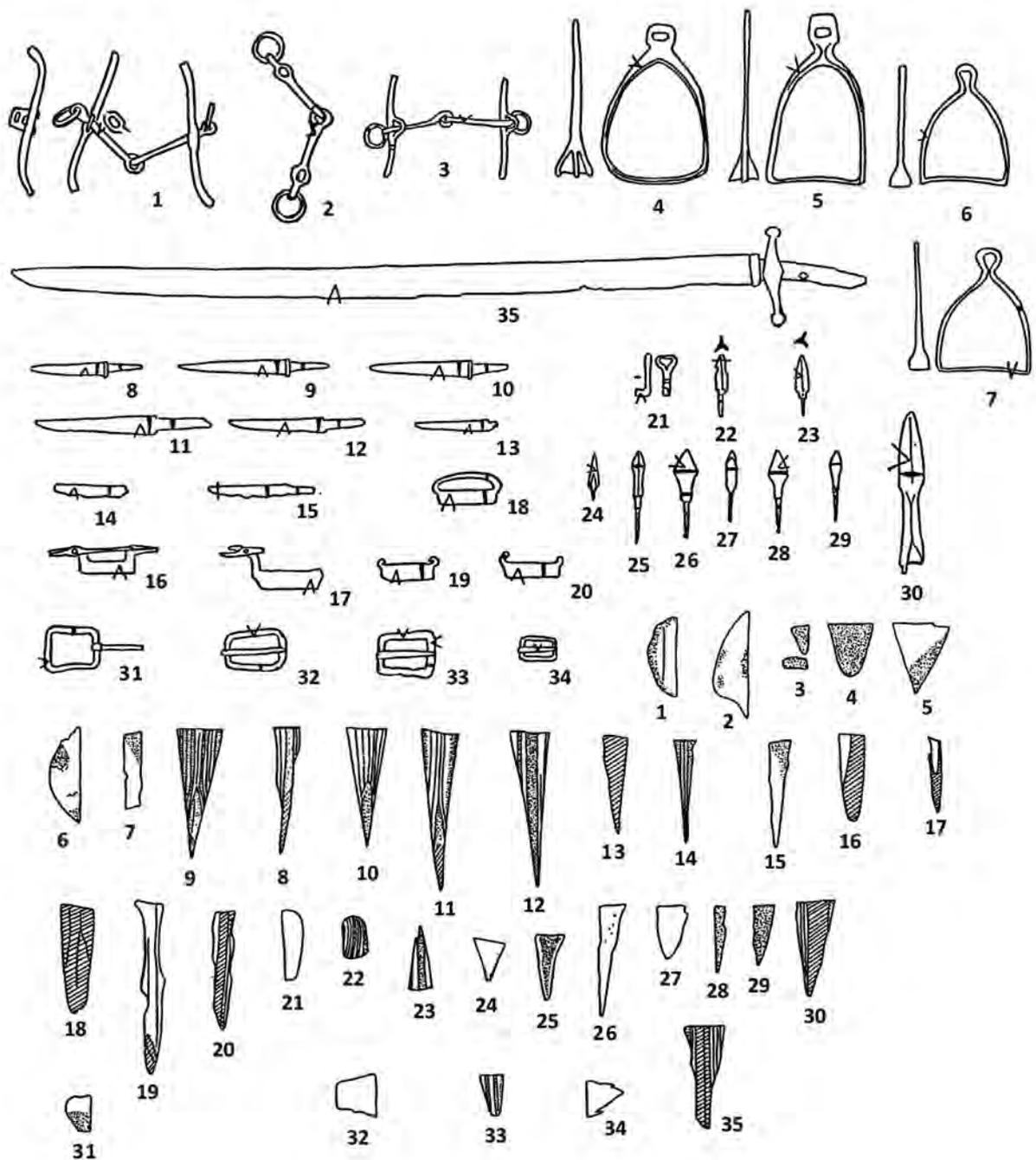
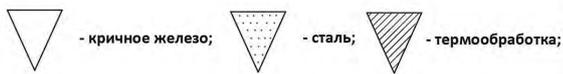


Рис. 54. Кузнечные изделия из Больше-Тарханского могильника и технологические схемы их изготовления.

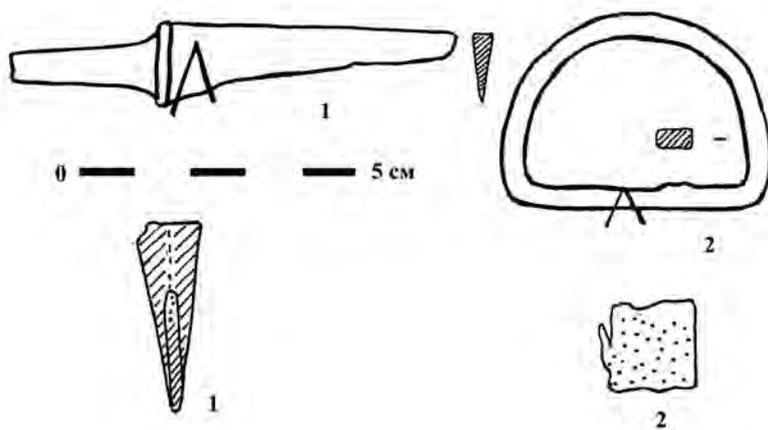
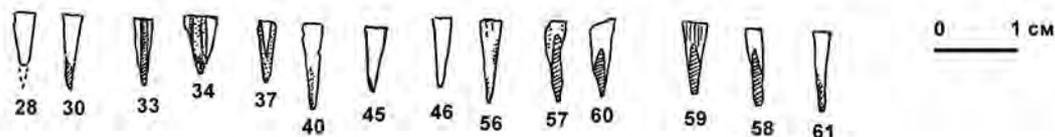
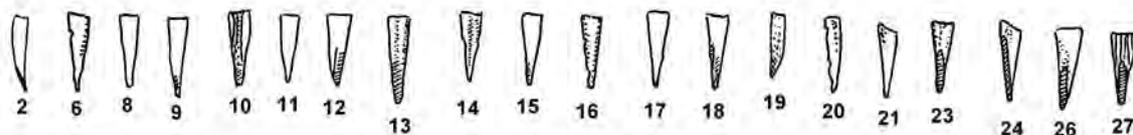
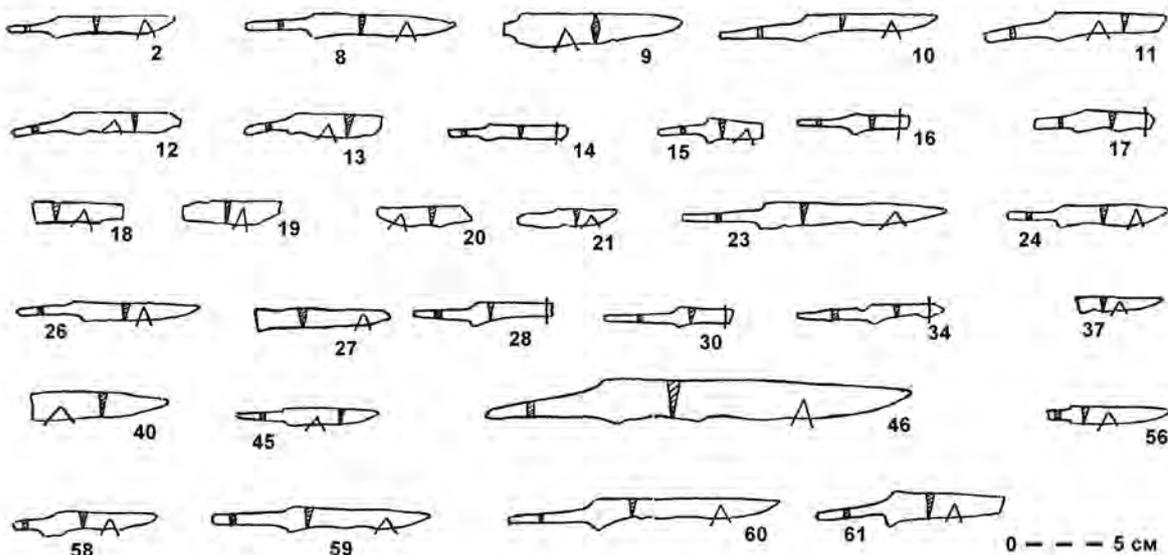
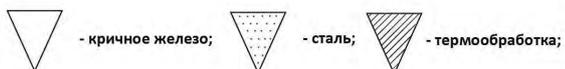


Рис. 55. Кузнечные изделия из Абрамовского поселения и технологические схемы их изготовления.

Условные знаки:



Условные знаки:

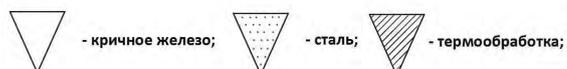


Рис. 56. Ножи с поселений Волжской Булгарии домонгольского периода и технологические схемы их изготовления

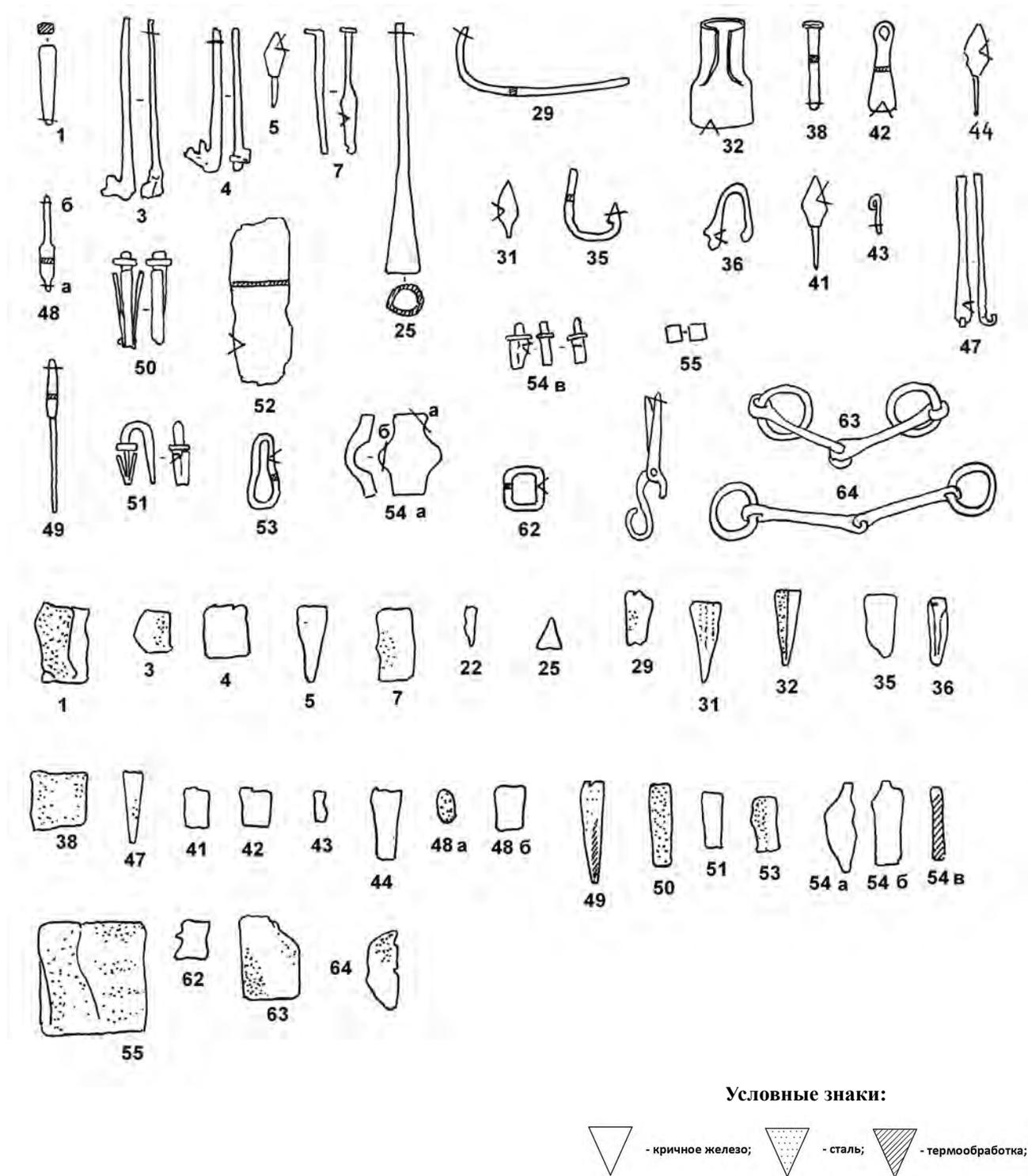
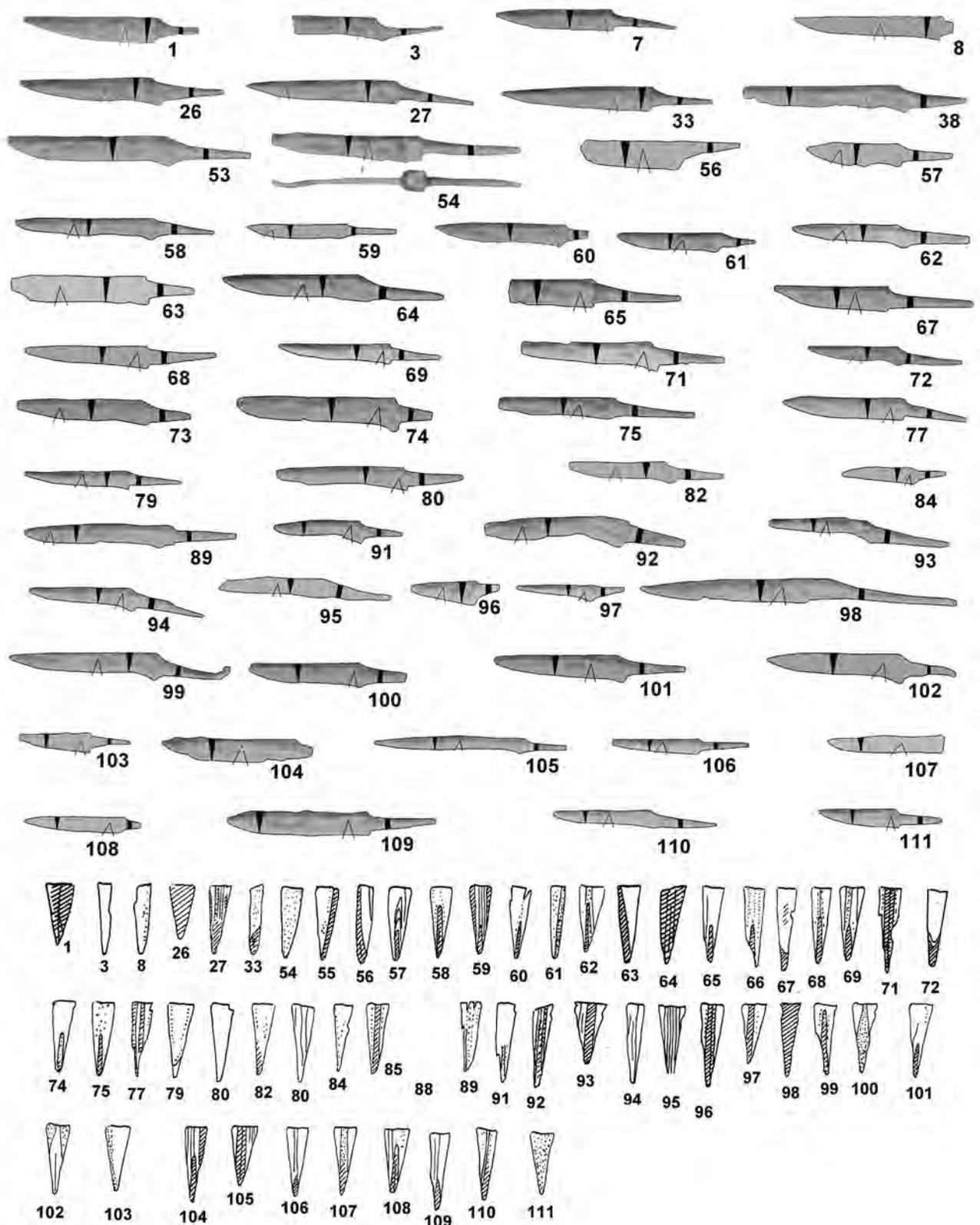


Рис. 57. Кузнечные изделия с поселений Волжской Булгарии домонгольского периода и технологические схемы их изготовления.



Условные знаки:

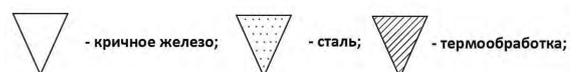


Рис. 58. Ножи Биллярского городища и технологические схемы их изготовления.

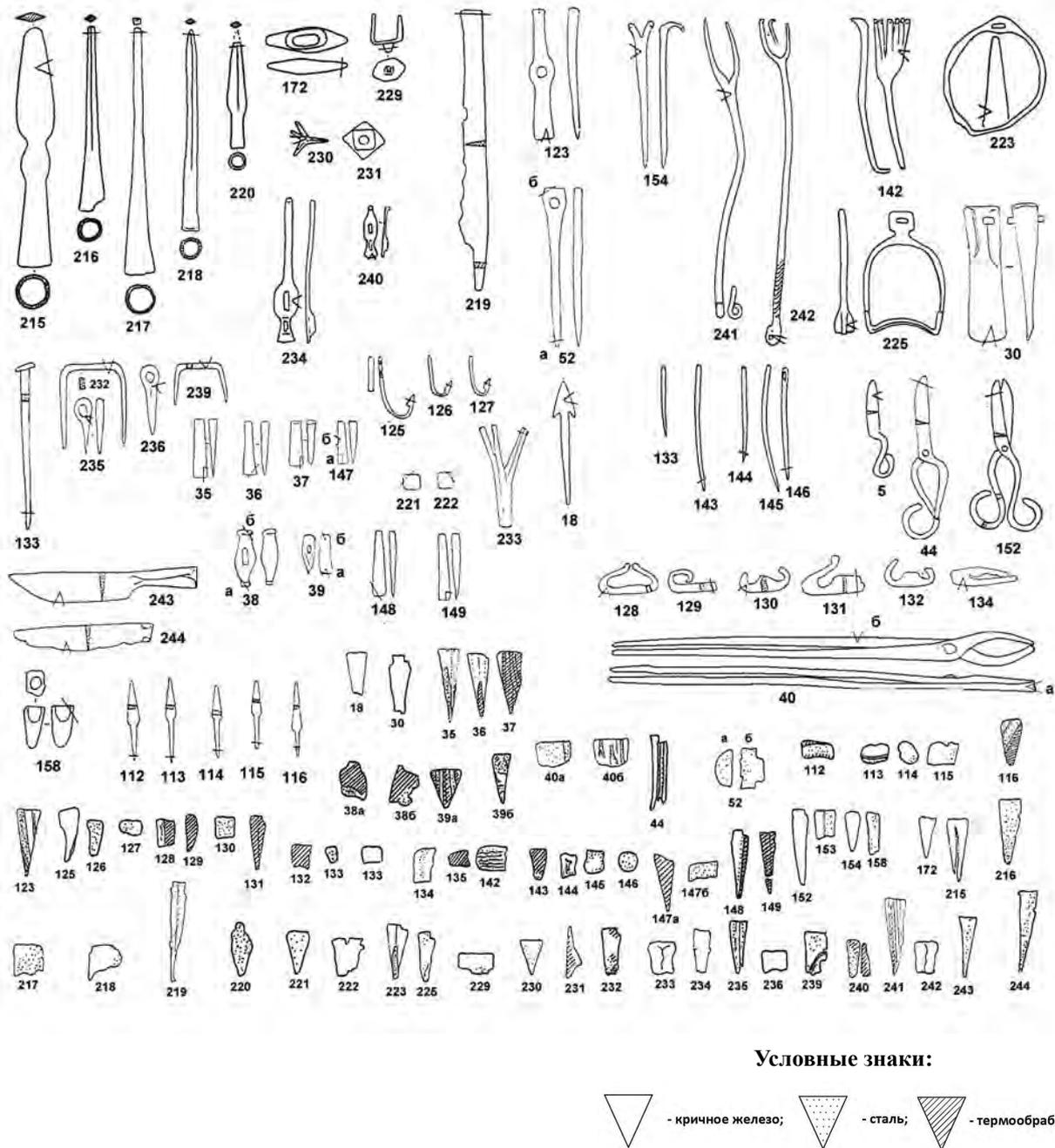
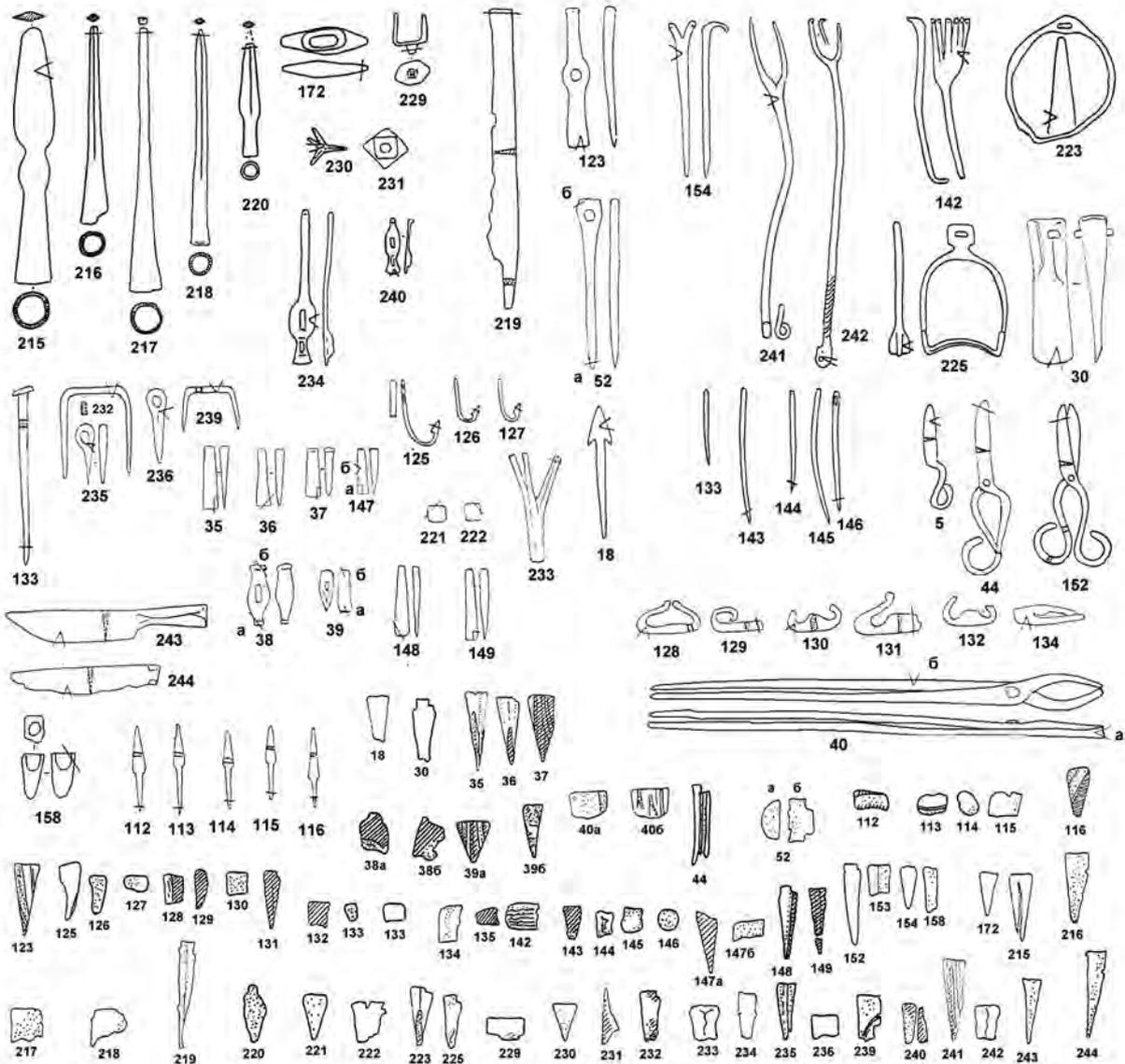


Рис. 59. Кузнечные изделия Биллярского городища и технологические схемы их изготовления.



Условные знаки:

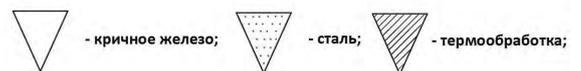
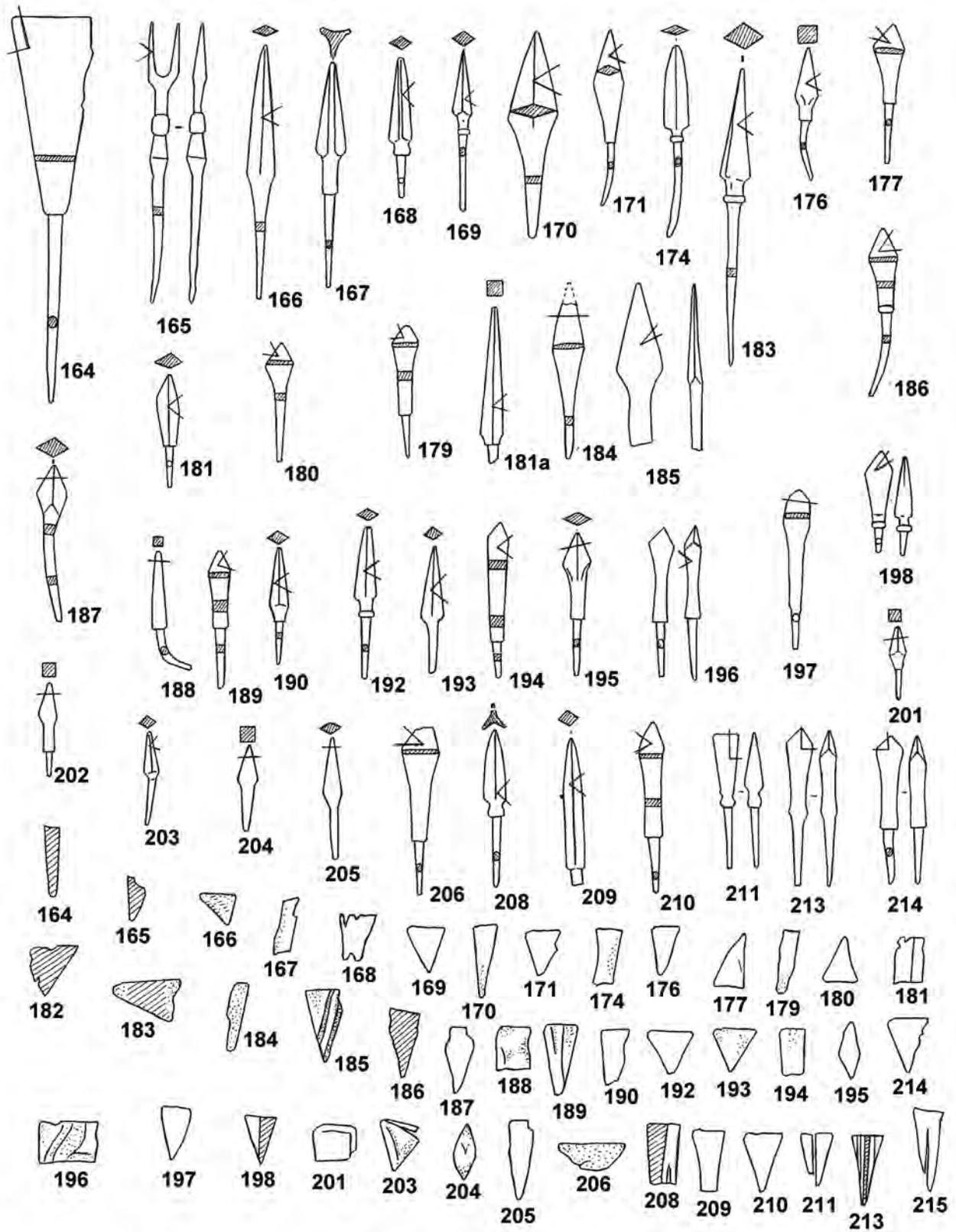


Рис. 60. Кузнечные изделия Билирского городища и технологические схемы их изготовления.



Условные знаки:

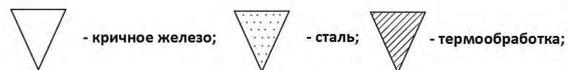


Рис. 61. Наконечники стрел Билярского городища и технологические схемы их изготовления.

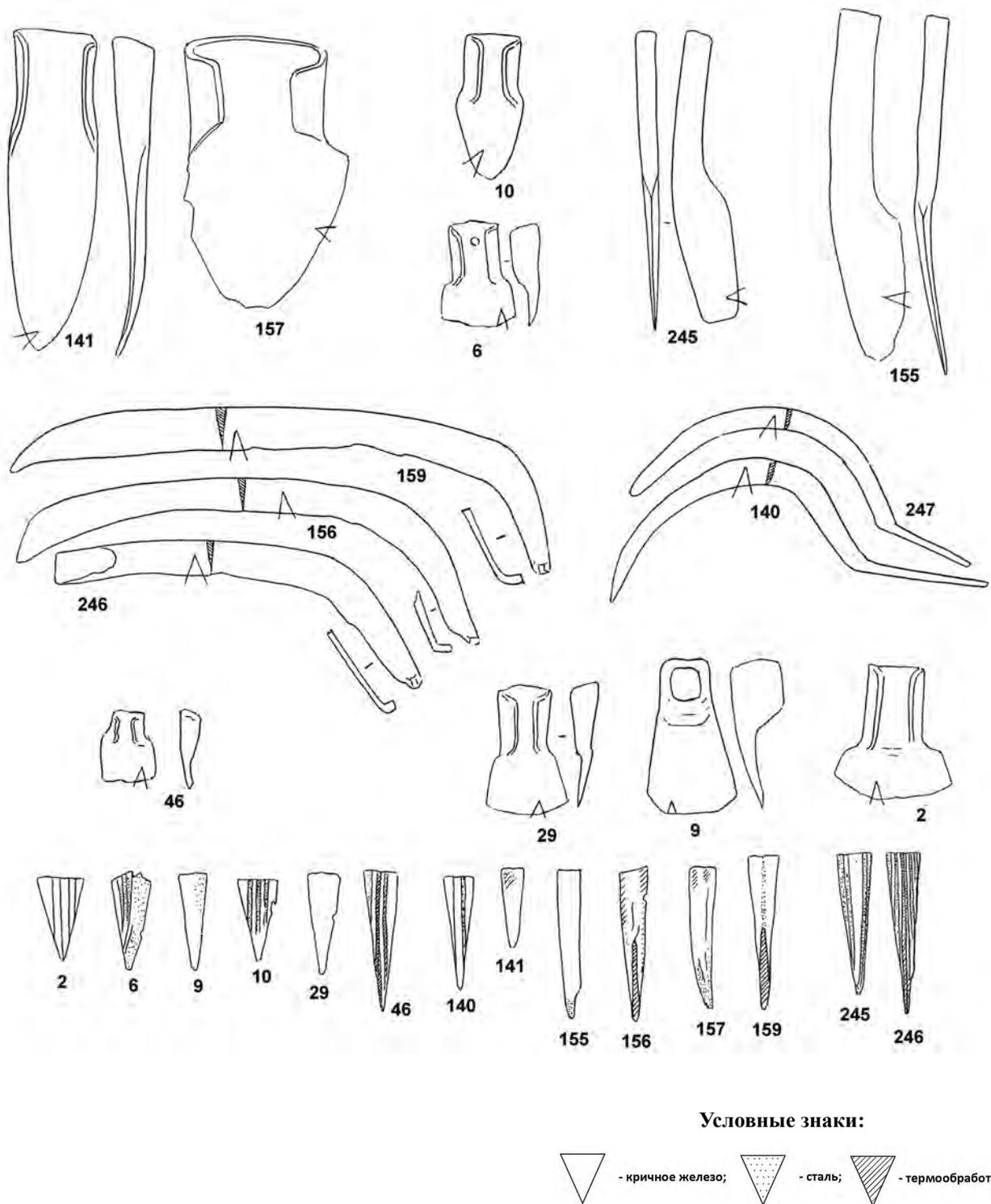


Рис. 62. Сельскохозяйственные орудия с Билярского городища и технологические схемы их изготовления.

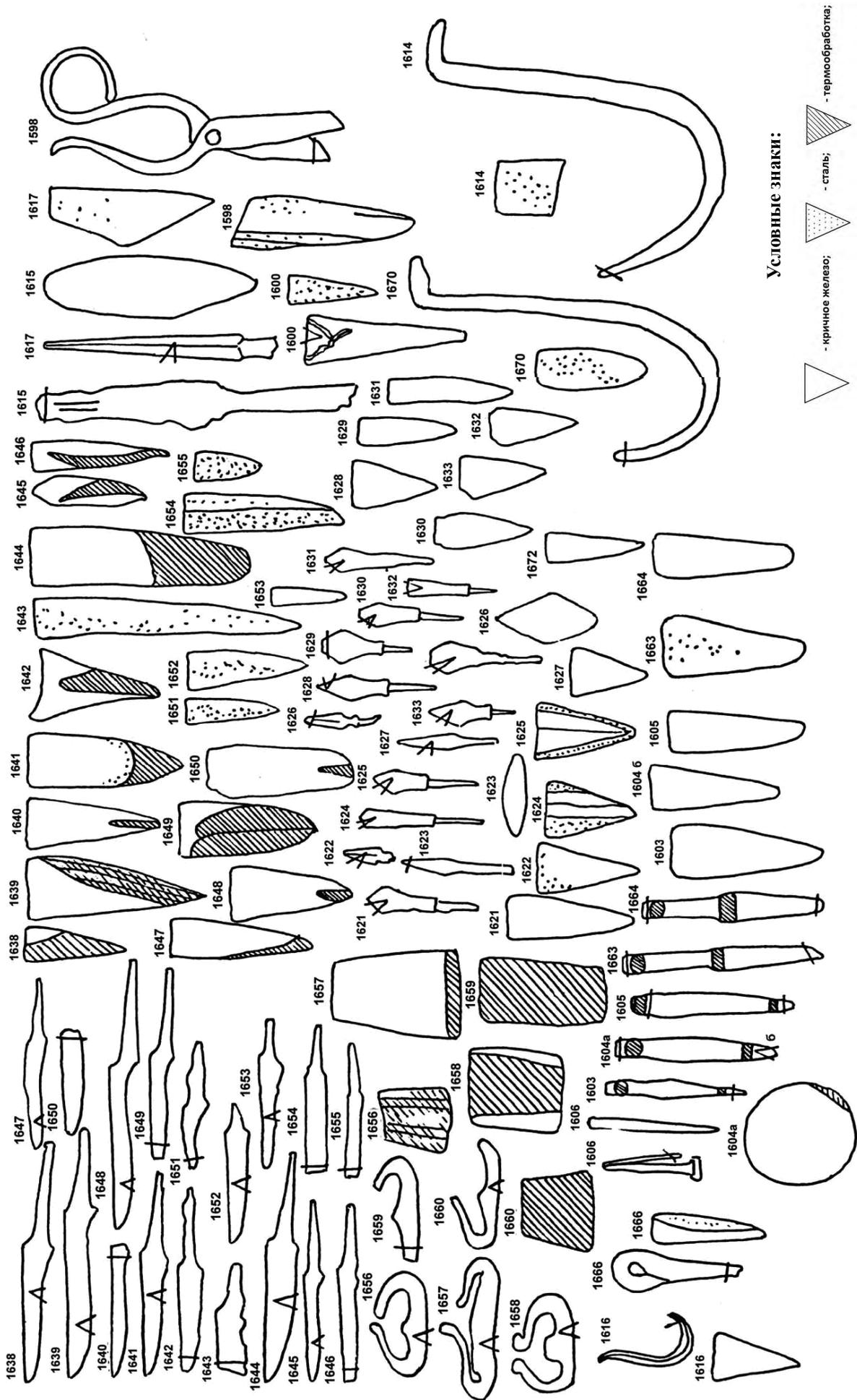


Рис. 63. Кузнечные изделия с Муромского городка и технологические схемы их изготовления (по М.М.Толмачевой).

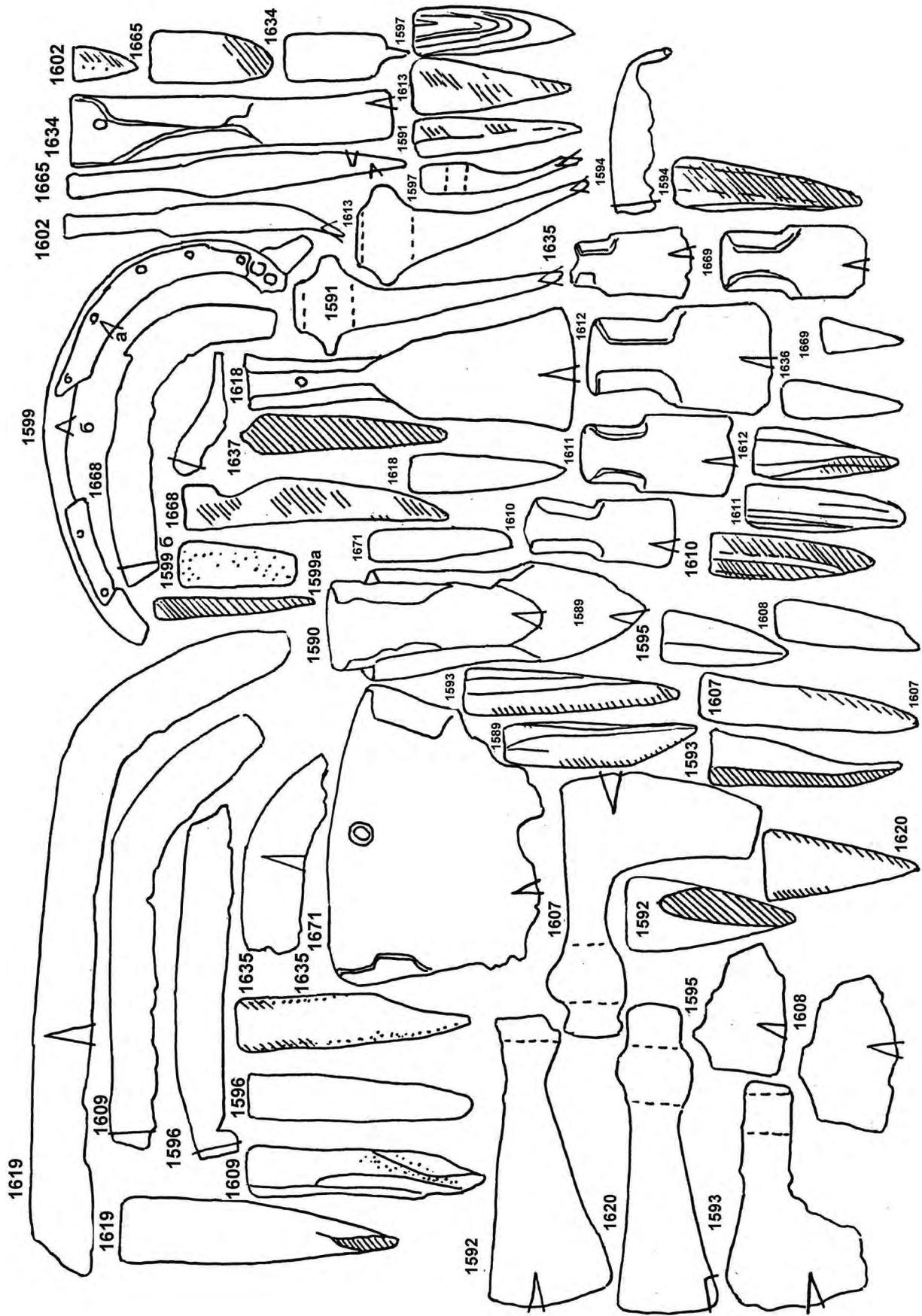


Рис. 64. Кузнечные изделия с Муромского городка и технологические схемы их изготовления (по М.М. Толмачевой).

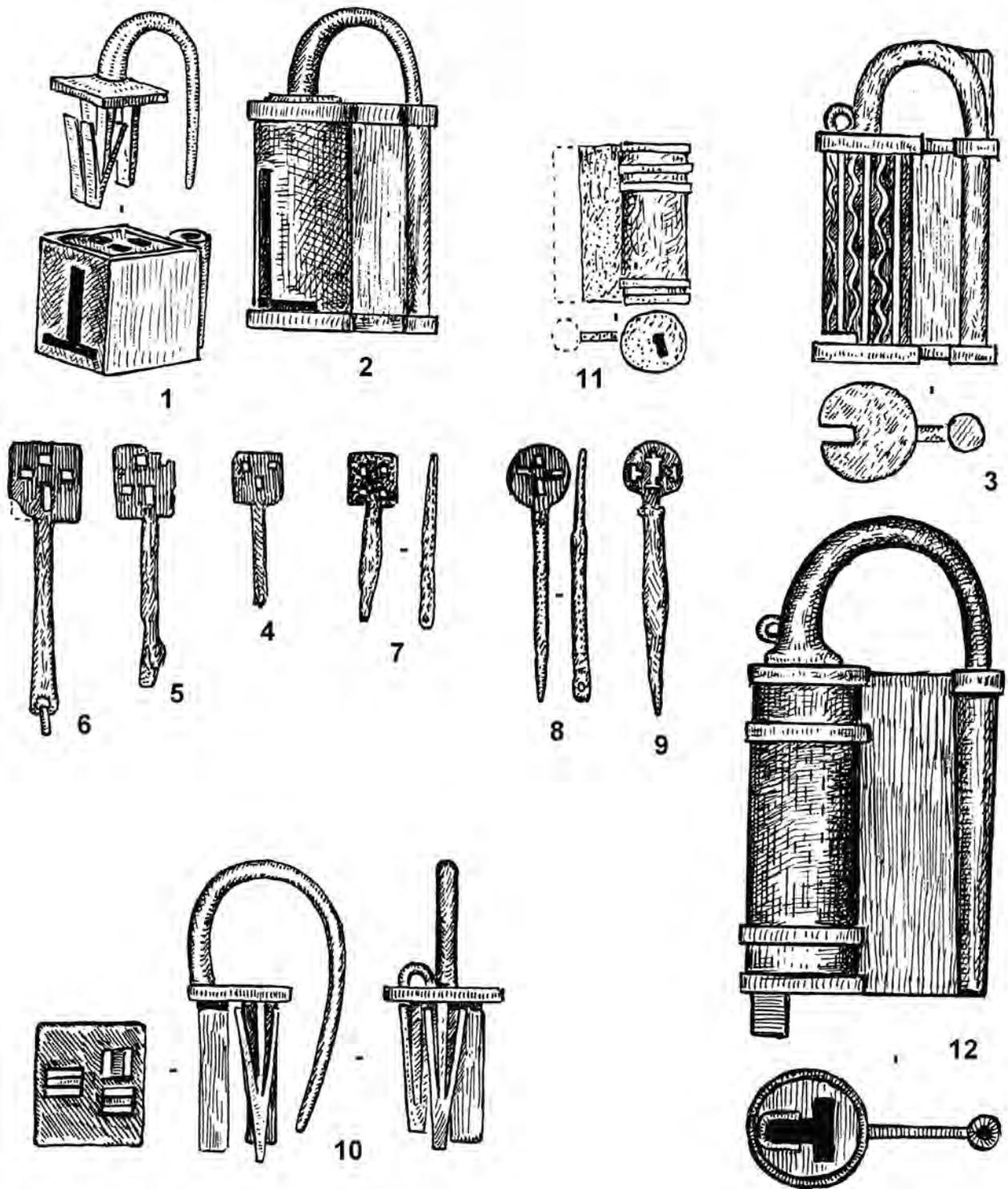


Рис. 65. Пружинные замки Волжской Булгарии.

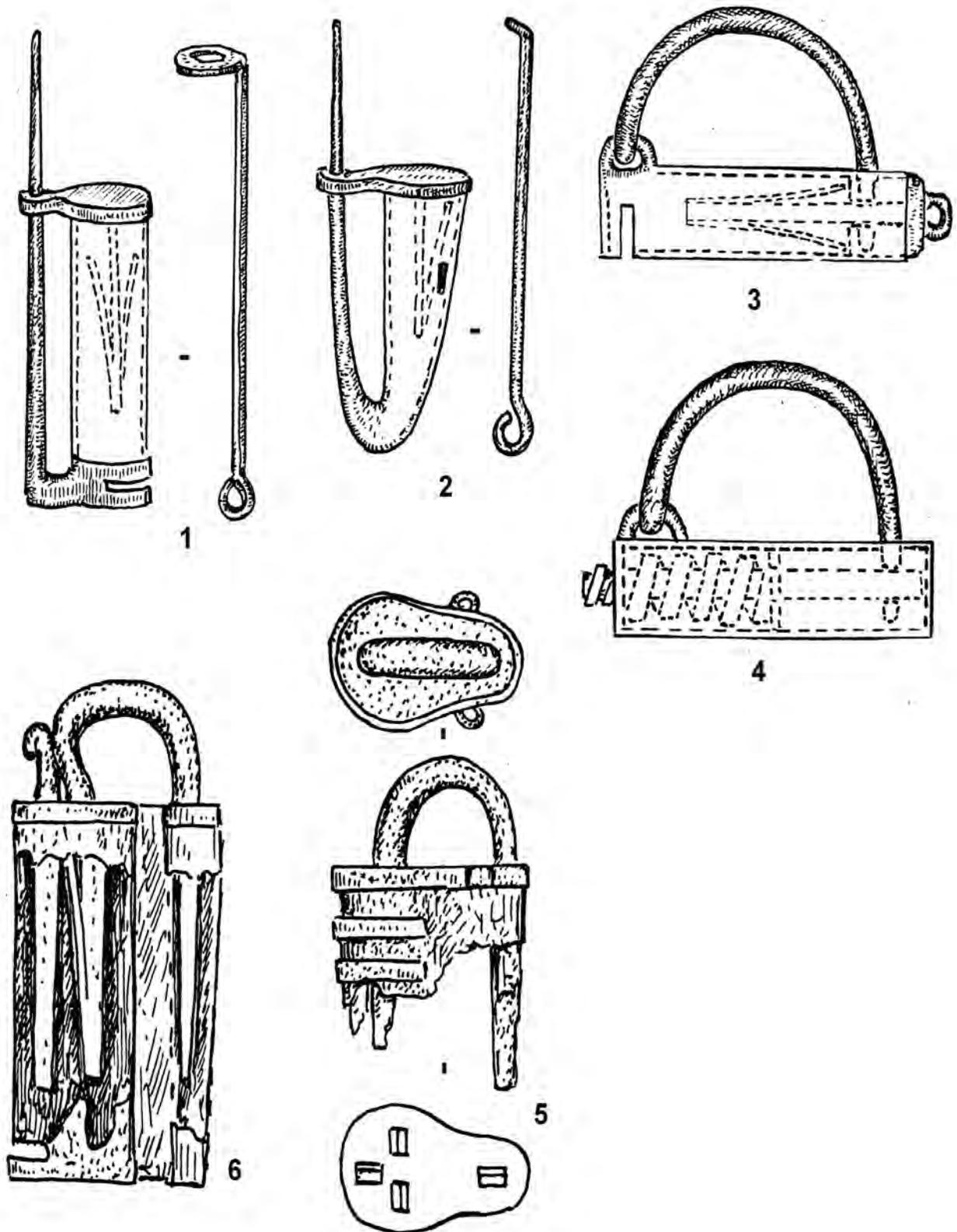


Рис. 66. Пружинные замки с территории Волжской Булгарии

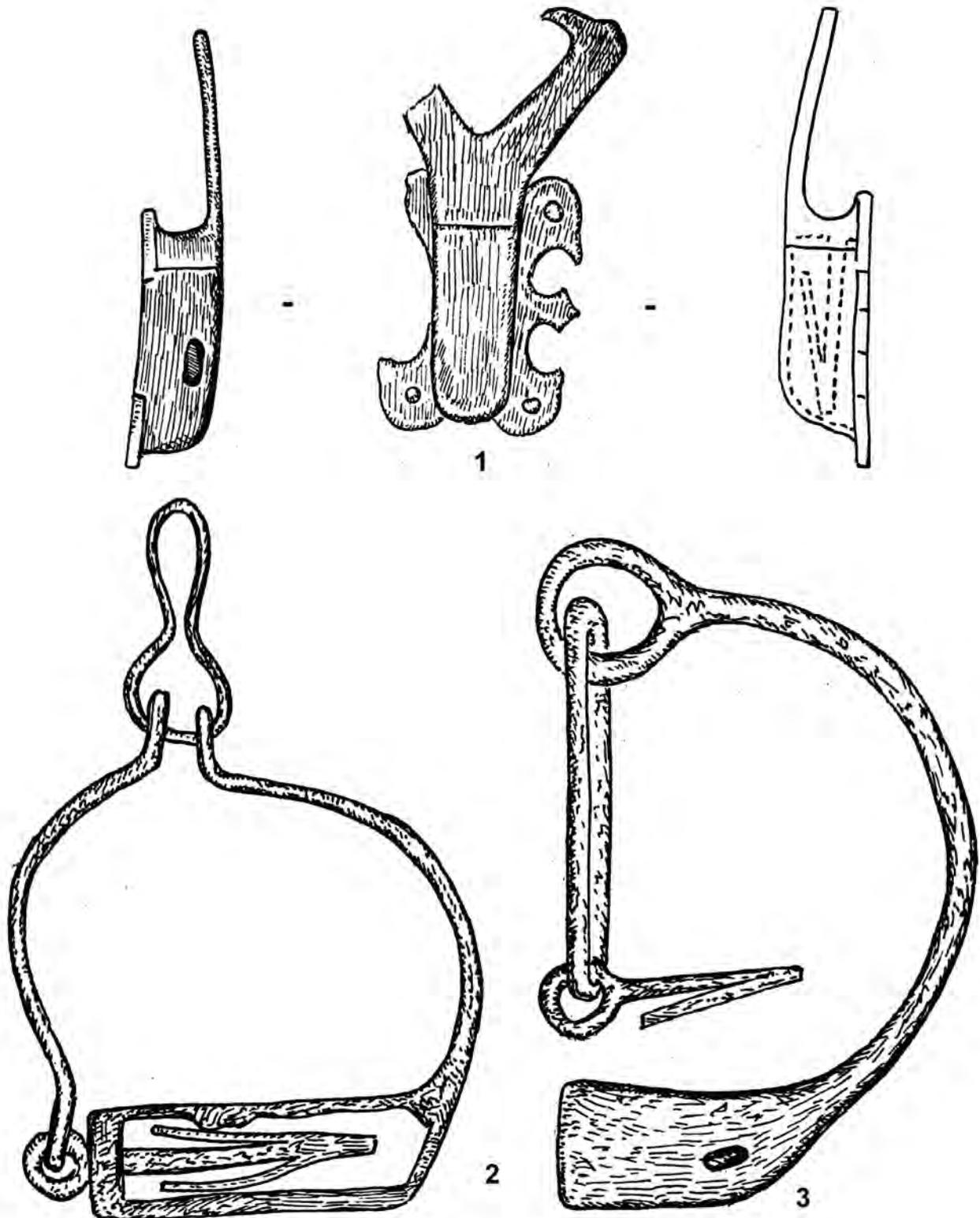


Рис. 67. Пружинные замки и замковые разъемы с территории Волжской Булгарии.

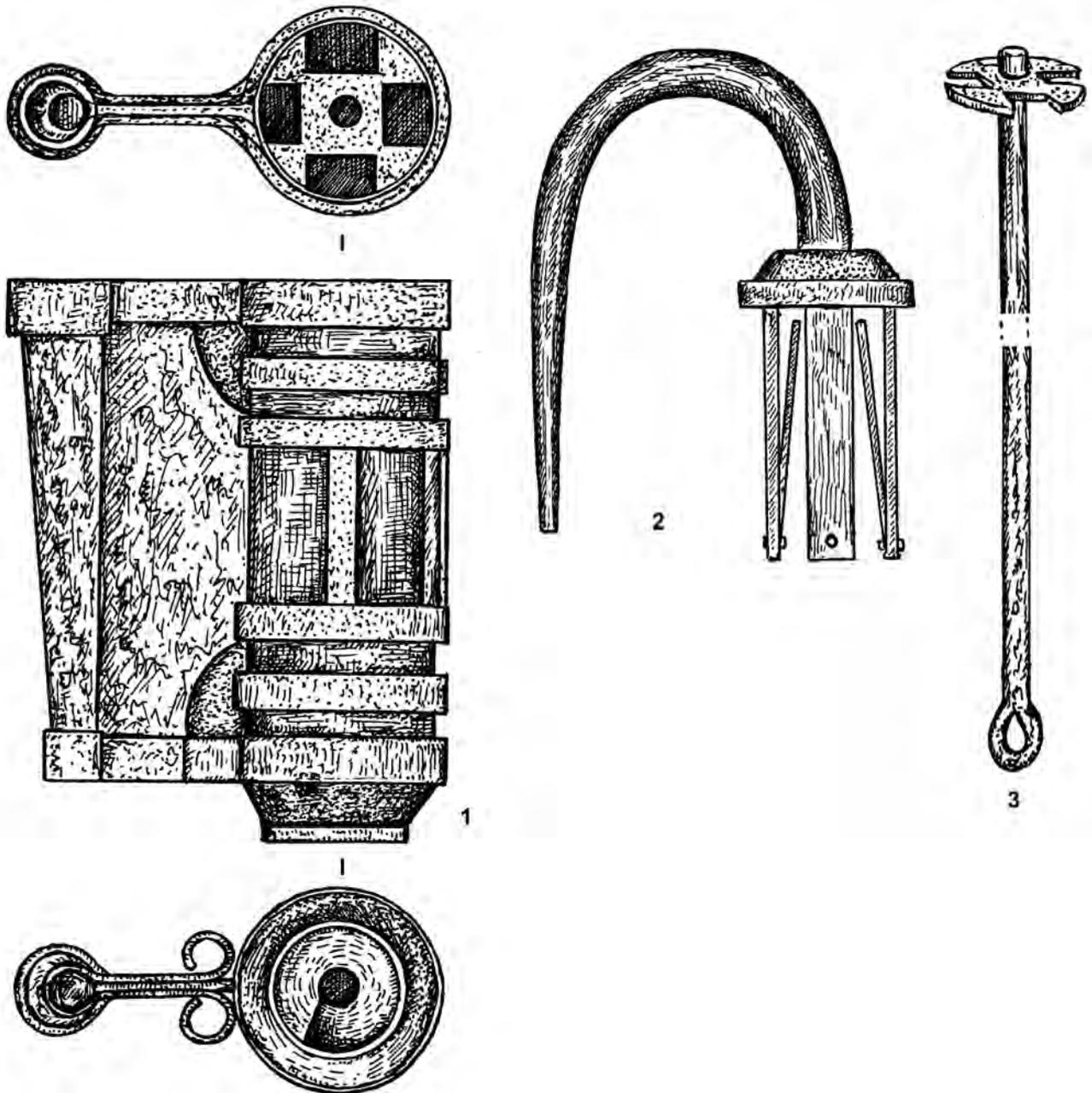


Рис. 68. Пружинные замки с территории Волжской Булгарии.

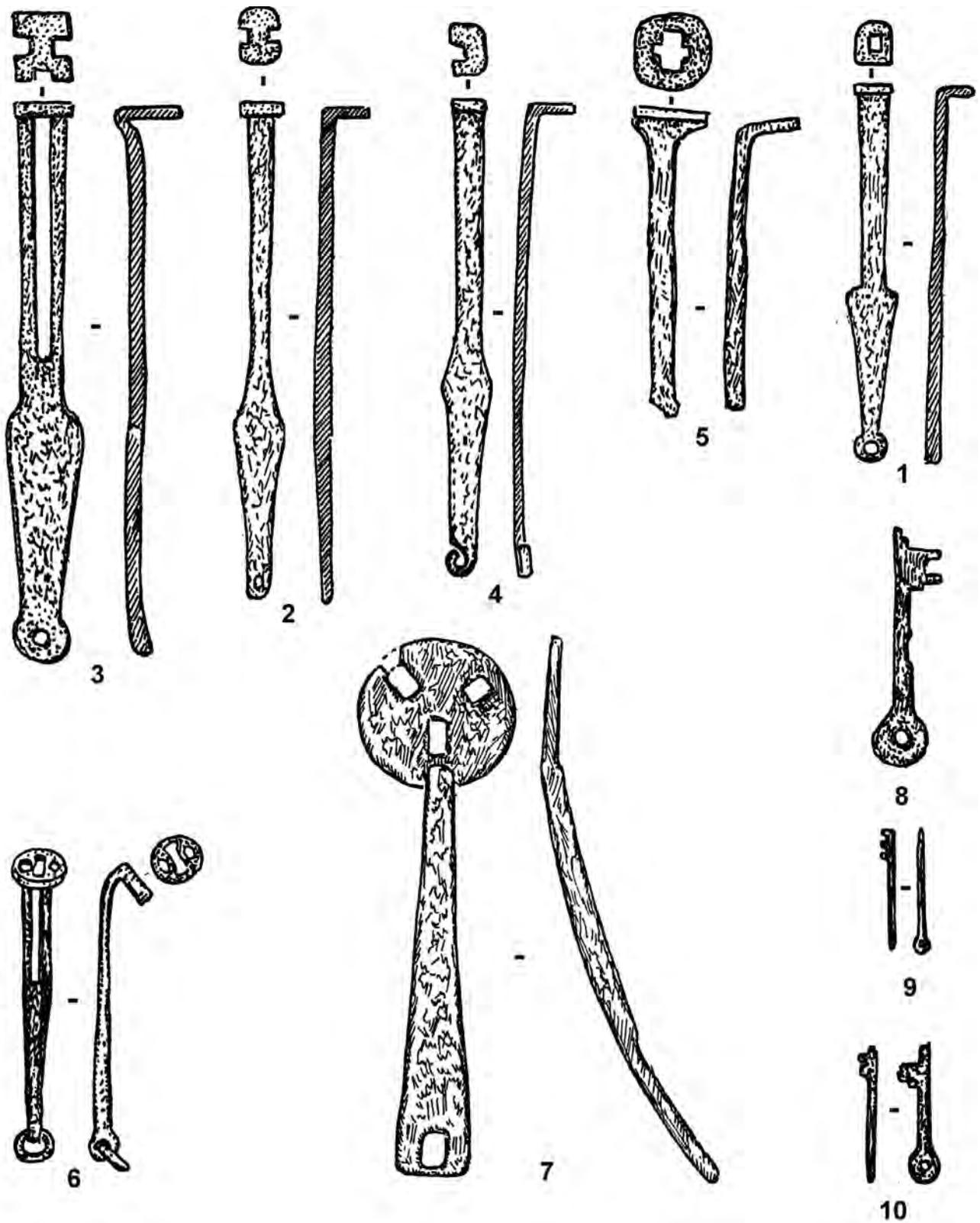
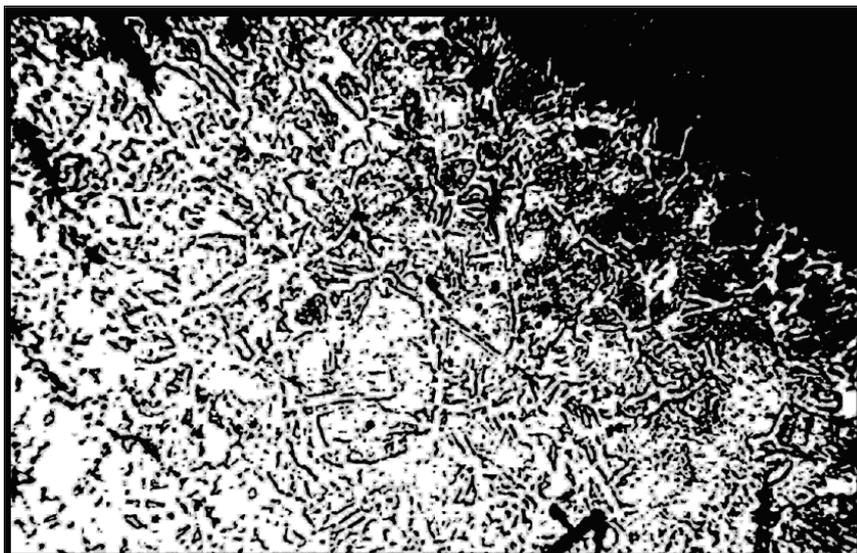


Рис. 69. Ключи от пружинных замков с территории Волжской Булгарии



Колчаный крючок 16.
Феррито-перлит. X 125.



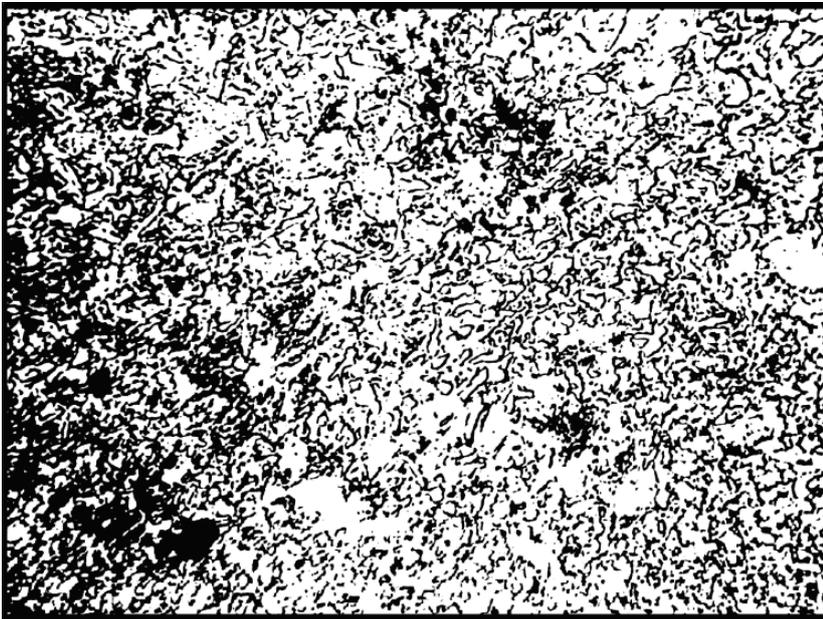
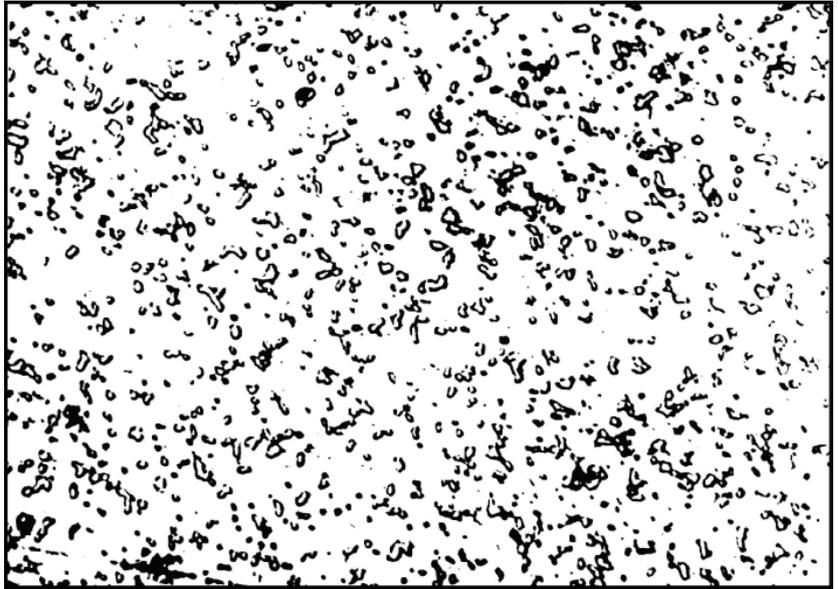
Пряжка 17. Феррито-перлит. X 125.



Пряжка 17. Феррито-перлит. X 40.

Рис. 70. Фотографии микроструктур кузнечных изделий из Новинковского могильника.

Пряжка 26. Зернистый феррит. X 125.

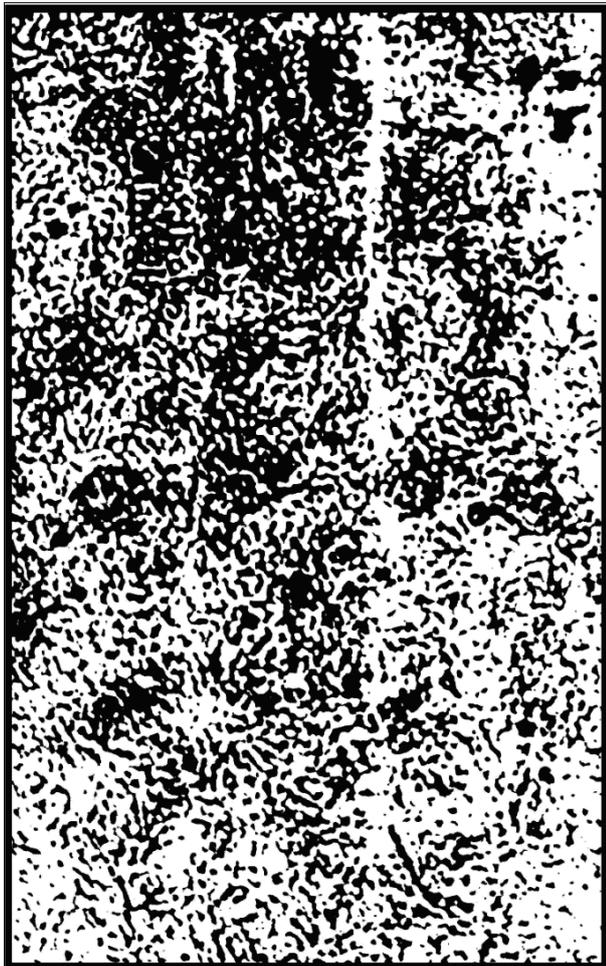


Пряжка 17. Феррито-перлит. X 125.

Скобель 19. Мартенсит. X 400.



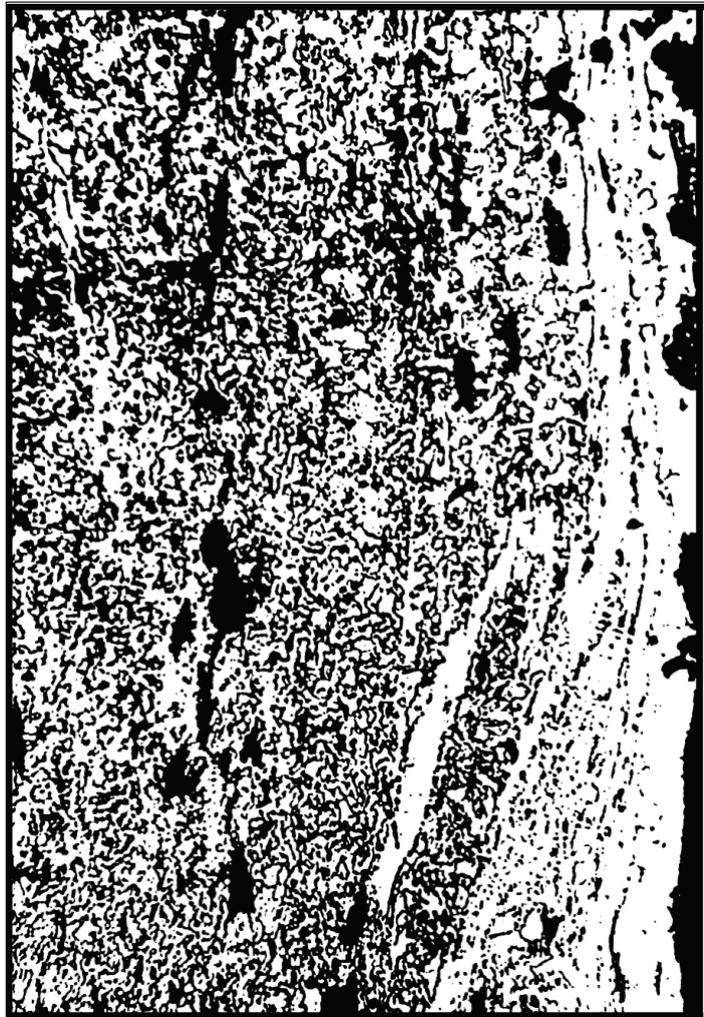
Рис. 71. Фотографии микроструктур кузнечных изделий из Новинковского могильника.



Нож 21. Пакетный металл. Полосы феррито-перлита и феррита.
Шлаковые поля и неметаллические включения. X 125.

Рис. 72. Фотографии микроструктур кузнечных изделий из Новинковского могильника.

Нож 12. Пакетный металл.
Феррит, феррито-перлит.
Шлаки, неметаллические включения. X 140.



Нож 20. Мартенсит.
Шлаковые включения.
X 400.

Рис. 73. Фотографии микроструктур кузнечных изделий из Новинковского могильника.



Нож 11. Технологическая схема варки
стальной лезы в основу из пакетного мтеалла.
Феррит. Феррито-перлит. X 200.



Нож 9. Технологическая схема варки стальной лезы
в основу из пакетного мтеалла.
Феррит. Феррито-перлит. X 200.

Рис. 74. Фотографии микроструктур кузнечных изделий из Новинковского могильника.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА ПЕРВАЯ ИСТОРИОГРАФИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИСТОЧНИКИ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ	5
ИСТОРИОГРАФИЯ	5
ИСТОЧНИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ	10
МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ	17
ГЛАВА ВТОРАЯ. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С МЕТАЛЛУРГИЕЙ И ОБРАБОТКОЙ ЖЕЛЕЗА	19
ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЫРОДУТНОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА, ЗАГОТОВКИ РУДЫ И ТОПЛИВА	19
ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ КУЗНЕЧНОГО ГОРНА И ПРОКОВКЕ ЖЕЛЕЗНЫХ КРИЦ	23
ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ПАЙКЕ ЖЕЛЕЗА МЕДНЫМ ПРИПОЕМ	26
ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ	27
ГЛАВА ТРЕТЬЯ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ В ЭПОХУ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ	34
СЫРЬЕВАЯ БАЗА МЕТАЛЛУРГИИ ЖЕЛЕЗА НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ	34
РУДА	34
ТОПЛИВО	35
СЫРОДУТНЫЕ ГОРНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ПРИКАМЬЯ В ДОБУЛГАРСКОЕ ВРЕМЯ	36
СЫРОДУТНЫЕ ГОРНЫ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ	38
ИСТОКИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ	42
ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ В РАННЕБУЛГАРСКИЙ ПЕРИОД	45
ТЕХНОЛОГИЯ КУЗНЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАННЕЙ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ	45
ДЕРЕВООБДЕЛОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ: ТОПОРЫ, СКОБЕЛИ, НОЖИ	45
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ	50
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ БЫТА	51
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВООРУЖЕНИЯ	53
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ КОНСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ	58
СРАВНИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ РАННЕЙ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ С МАТЕРИАЛАМИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ СОПРЕДЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР	61

ГЛАВА ПЯТАЯ. КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ В ДОМОНГОЛЬСКИЙ ПЕРИОД	64
КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ПАМЯТНИКАХ СЕЛЬСКОГО ТИПА	64
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ, ДЕРЕВООБДЕЛОЧНОГО, КУЗНЕЧНО-СЛЕСАРНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ, ПРЕДМЕТОВ БЫТА, ОРУДИЙ ПРОМЫСЛОВ, ПРЕДМЕТОВ КОНСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ	65
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕРЕВООБДЕЛОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	66
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВООРУЖЕНИЯ	69
КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА ПАМЯТНИКАХ ГОРОДСКОГО ТИПА	69
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖЕЙ, ДЕРЕВООБДЕЛОЧНОГО И КУЗНЕЧНО-СЛЕСАРНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ	69
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ БЫТА И ОРУДИЙ РЫБОЛОВНОГО ПРОМЫСЛА	77
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ	80
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ ВООРУЖЕНИЯ, СНАРЯЖЕНИЯ КОНЯ И КОНЕВОДСТВА	82
НАВЕСНЫЕ И ВРЕЗНЫЕ ЗАМКИ	85
СРАВНИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ И ГОРОДСКИХ ЦЕНТРОВ ВОЛЖСКОЙ БУЛГАРИИ	90
ГЛАВА ШЕСТАЯ. ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ КУЗНЕЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА У ВОЛЖСКИХ БУЛГАР	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	100
СОКРАЩЕНИЯ	106
ТАБЛИЦЫ	107
ИЛЛЮСТРАЦИИ	169

Семыкин Юрий Анатольевич

**Черная металлургия и кузнечное производство Волжской Булгарии
в VIII – начале XIII вв.**

Научное издание

Оригинал-макет – А.А. Сайфуллин
Подписано в печать 7.05.2015г. Формат 60x84 1/8
Усл. печ. л. 28,5. Тираж 500 экз. Заказ № 9705

Издательство «Отечество»
420111, Казань, ул. Лево-Булачная, 24

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Типография «А-Пресс»
420054, РТ, г. Казань, ул. Актайская, д. 21
www.apress-kzn.ru