А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

МАТЕРИАЛЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АРХЕОЛОГИИ СССР. № 32

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА В ДРЕВНЕЙ РУСИ

(ДОМОНГОЛЬСКИЙ ПЕРИОД)

Б. А. КОЛЧИН

Дорогому учителю
Артемию Владимировичу
Арциховскому
в знак глубокой
благодарности, уважения
и дружбы
от автора
9.VI.1953 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1953

ПРЕДИСЛОВИЕ

В классическом труде «Экономические проблемы социализма в СССР» И. В. Сталин поставил и разрешил все основные вопросы политической экономии социализма и вместе с тем обогатил наши представления о природе и характере экономических законов. И. В. Сталин показал, что имеются экономические законы, которые действуют на протяжении всей истории человечества. «Различные общественные формации в своём экономическом развитии подчиняются не только своим специфическим экономическим законам, но и тем экономическим законам, которые общи для всех формаций, например, таким законам, как закон об единстве производительных сил и производственных отношений в едином общественном производстве, закон об отношениях между производительными силами и производственными отношениями в процессе развития всех общественных формаций» [1] и «экономический закон **обязательного соответствия** производственных отношений характеру производительных сил» [2].

Прослеживая действие этих законов и прежде всего закона об обязательном соответствии производственных отношений характеру производительных сил, мы можем глубже познать историю человеческого общества в разные исторические эпохи. Для этого историки должны сосредоточить внимание на проблемах развития и роста производительных сил. А как известно, уровень производства зависит от степени развития средств труда и в первую очередь орудий производства.

[1] И. Сталин. Экономические проблемы социализма в СССР. Госполитиздат, 1952, стр. 71.
[2] Там же, стр. 7.

Основу экономики древней Руси составляли земледелие и ремесло. От развития ремесла в свою очередь зависел технический уровень сельского хозяйства, поскольку производство орудий труда земледельца зависело от состояния и развития техники обработки металлов и других материалов. Изучение истории древнерусского ремесла и его техники представляет исключительный интерес для понимания процесса экономического развития древней Руси.

Все основные орудия труда древнерусских земледельцев, многочисленных ремесленников и строителей изготовлялись из железа и стали, в силу чего ремесло по добыче и обработке черного металла являлось одним из важнейших звеньев в производительных силах древней Руси.

Огромное значение для истории экономики древней Руси имеет указание И. В. Сталина о том, что «товарное производство старше капиталистического производства. Оно существовало при рабовладельческом строе и обслуживало его, однако, не привело к капитализму. Оно существовало при феодализме и обслуживало его, однако, несмотря на то, что оно подготовило некоторые условия для капиталистического производства, не привело к капитализму» [1].

Историки до последнего времени смешивали простое товарное хозяйство с капиталистическим и поэтому для ранних периодов феодализма древней Руси недооценивали степень и глубину товарных связей города и деревни.

[1] И. Сталин. Экономические проблемы социализма в СССР. Госполитиздат, 1952, стр. 15.

Преувеличивая натуральный характер экономики древней Руси и, в частности, сельского хозяйства в домонгольский период, многие историки, вопреки фактам, отрицали товарные отношения между сельскими производителями и городскими ремесленниками. Широкое распространение древнерусских городских изделий в деревне отрицалось историками и археологами. Только изучение массового археологического материала древней Руси на основе указаний И. В. Сталина позволит полнее осветить историю развития производительных сил и показать уровень экономики древнерусского государства.

Советская археология уже много сделала для решения этой задачи. В работе Б. А. Рыбакова «Ремесло древней Руси» впервые в нашей исторической литературе дана широкая картина развития древнерусского ремесла в целом, основанная на обобщении археологического материала, накопленного в течение многих десятилетий. Но естественно, при создании труда, посвященного всем древнерусским ремеслам, не могло быть дано исчерпывающее исследование отдельных ремесел, и сам автор выразил пожелание о расширении некоторых разделов истории древнерусского ремесла до пределов отдельных самостоятельных монографий [1].

В нашей работе изучаются вопросы техники, производственной организации, социальной структуры и товарных отношений металлодобывающего и металлообрабатывающего ремесла древней Руси. Все эти вопросы, в зависимости от состояния источников, освещены с разной степенью полноты. Шире изучены разнообразные вопросы технологии ремесла. Подробно изучена техника производства более 40 видов железных и стальных изделий, изучена техника металлургии, а также вопросы специализации ремесленников и производственной дифференциации городского и деревенского ремесла.

Хронологические рамки нашей работы IX в.— середина XIII в. За нижнюю границу нами взято время создания Киевского государства, за верхнюю — время нашествия монголов на Русь, которое привело к разгрому древнерусского городского ремесла и расхищению русских культурных ценностей.

Изучение процесса зарождения древнерусского металлообрабатывающего и металлодобывающего ремесла, т. е. времени VII—VIII вв., в план нашего исследования не входило. Эта тема требует большого самостоятельного исследования иного материала. При этом нужно заметить, что для полного разрешения этого вопроса мы к настоящему времени имеем еще очень недостаточное количество археологического материала и изучение его представляет большие трудности.

Работа состоит из четырех частей. Первая часть посвящена историографии вопроса, источникам, методике исследования и обзору продукции древнерусского металлообрабатывающего ремесла. Во второй части рассматривается техника металлургии железа и стали. В третьей части излагается техника (формы, конструкции, технология) производства орудий труда, оружия и разной утвари. Четвертая часть посвящена изучению товарного производства и социальной структуры ремесла. Наконец, в приложениях даны подробное описание кузнечного и слесарного инструмента и полное описание всех микроструктур исследованных нами образцов изделий.

---

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 6.

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

ИСТОЧНИКИ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЛАВА I

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

Металлургическая и металлообрабатывающая промышленность древней Руси в русской историографии представлена довольно бедно [1]. Первым специальным исследованием по истории обработки металла в древней Руси была работа И. Е. Забелина «О металлическом производстве в России до конца XVII в.». Работа целиком посвящена изучению древнерусской утвари и украшений, сделанных из цветного и благородного металла. Источниками автору служили как письменные, так и вещественные памятники. Основная часть работы посвящена XVI и XVII вв. Древнейшая эпоха X—XV вв. освещена очень кратко. При описании некоторых ювелирных изделий автор иногда анализирует технологию их изготовления [2].

В 1866 г. вышла в свет книга Н. Я. Аристова «Промышленность древней Руси». В книге дана сводка письменных источников X—XV вв. о земледелии, ремесле и торговле. Материал по отдельным темам во времени рассматривается нерасчлененно, сразу с X по XV вв. Большим достоинством книги явилось то, что письменные источники по ремеслу, торговле и земледелию были собраны для своего времени почти исчерпывающе. Приведенные автором письменные источники говорили о высоком развитии древнерусского ремесла, но когда Аристов переходил к общим выводам и заключениям, он не мог отказаться от господствовавшей тогда исторической схемы, где все объяснялось торговлей и совершенно не допускалось местное производство. Вот, например, как резюмирует Аристов главу о железном производстве: «Все это приводит к заключению, что в древнее время из железной руды, добываемой на Руси, приготовляли различные вещи для домашнего обихода, земледельческие орудия, плотнические инструменты и воинские вооружения. Хотя русские до XV века пользовались иностранными железными изделиями или вещами, выделываемыми кузнецами-иностранцами на Руси, но эти изделия распространены были не во всех местностях и не во всех классах общества, а преимущественно у высших лиц. Главным образом железные вещи в обороте массы народной были русского мастерства, может быть менее искусной выделки, сравнительно с работами чужих мастеров» [1].

Значительным шагом вперед в изучении древнерусского металлического производства явился выход в 1875 г. книги М. Д. Хмырова «Металлы, металлические изделия и минералы в древней России». Книга была приурочена к празднованию

---

[1] Историография древнерусского ремесла в целом достаточно подробно изложена в работе Б. А. Рыбакова «Ремесло древней Руси», поэтому мы остановимся лишь на работах, посвященных специально металлам или металлообрабатывающему производству.

[2] И. Е. Забелин. О металлическом производстве в России до конца XVII века. ЗРАО, СПб., 1853, т. V, стр. 3.

[1] Н. Аристов. Промышленность древней Руси. СПб., 1866, стр. 117.

столетия Горного института. История металлического производства рассматривается по каждому веку в отдельности, начиная с IX в. В работе Хмыров использовал собранные Аристовым письменные известия и уже появившийся к этому времени археологический материал. Выводы, которые делал Хмыров из обзора письменных и вещественных источников, были более объективными и передовыми, чем у Аристова. Так, перечисляя железный инвентарь древней Руси, Хмыров писал: «Все это выделывали мастера, называвшиеся ковали»[1]. Или в другом месте, описывая оружие и, в частности, мечи, Хмыров отмечал: «Мечи эти могли готовиться из железа, которое выделывалось из руд, которых не мало в северной части Киевской и восточной части Волынской губ.»[2]. Давая обзор состояния промышленности IX—X вв., Хмыров писал: «Русские славяне, по той цивилизации, какая уже была у них, стояли отнюдь не ниже прочих европейцев»[3].

Правда, многие из подобных заключений Хмырова часто не имели прочных доказательств, что едва ли можно ставить автору в вину, так как накопившийся к этому времени археологический материал не был достаточно научно обработан, а сам Хмыров не был археологом. Технологических вопросов в своей работе Хмыров не затрагивал.

В последующее время в работах крупных русских археологов всегда имелись разделы, посвященные характеристике и даже разбору техники того или иного ремесла, но исторические выводы из всего изложения очень часто заканчивались тем, что автор заявлял: изученный инвентарь в своей массе является привозным. Как пример можно привести выводы крупнейшего русского археолога А. А. Спицына в работе «Торговые пути Киевской Руси»: «В русских курганах и на городищах наших X—XIII вв. непременно должны оказаться вещи западного происхождения, как из железа, так и из других материалов. К сожалению, мы пока не в состоянии их выделить из общего археологического инвентаря. Возможно, что с запада идут предметы вооружения, в виде топоров, дротиков, стрел, шлемов, мечей, а также замки, удила, шпоры, ящики, ведра»[1]. И далее: «С уверенностью можно сказать, что здесь киевское железо по дороговизне своей не могло иметь сбыта; на Оке и Волге было в ходу более дешевое железо шведское, идущее через Новгород, а может быть чрез Двину и Смоленск»[2].

Лишь иногда делались неопределенные выводы, что население, оставившее изученные памятники, было знакомо с ковкой металла, лепкой горшков и т. п. Изучением же технологии металлообрабатывающего ремесла почти ни один автор не занимался.

Новый этап в изучении славяно-русских древностей начался с выходом книги Б. А. Рыбакова «Ремесло древней Руси». Этим трудом Б. А. Рыбаков произвел подлинный переворот в старых представлениях о ходе развития русской культуры и разрушил все нагромождения антинаучных домыслов о материальной культуре древней Руси. Изучив на основе марксистско-ленинской методологии исторического материализма огромное количество археологического материала и применив остроумные методы его исследования, Б. А. Рыбаков сделал ряд важнейших общеисторических выводов, показал самобытность развития русской культуры, вскрыл причины образования древнерусских городов, разносторонне показал высокую технику ремесла.

Значительное место (51 стр.) отведено в работе и изучению кузнечного ремесла домонгольской Руси. Городское и деревенское ремесло Б. А. Рыбаков изучает раздельно. В этих разделах подробно изучен инструментарий кузнечного ремесла, сделан обстоятельный обзор железных изделий и намечен ряд вопросов технологии производства. Изучая все древнерусские ремесла, Б. А. Рыбаков, при изучении технологии кузнечного ремесла, ограничился морфологическим изучением продукции этого ремесла, в силу чего многие моменты технологии производства остались не освещенными. Автор это хорошо видел сам и считал, что для более полного разрешения технологических вопросов кузнечного ремесла не-

[1] М. Д. Хмыров. Металлы, металлические изделия и минералы в древней России. СПб., 1875, стр. 32.
[2] Там же, стр. 33.
[3] Там же, стр. 35.

[1] А. А. Спицын. Торговые пути Киевской Руси. С. Ф. Платонову ученики, друзья и почитатели. СПб., 1911, стр. 241.
[2] Там же, стр. 251.

обходимо применять специальное металлографическое исследование археологического материала [1].

Работа Б. А. Рыбакова наметила путь дальнейшего изучения русских древностей, направив его по линии раскрытия и более полного изучения основного источника — самой археологической вещи.

Наша работа по истории металлообрабатывающего и металлодобывающего ремесла основана на посильном изучении письменных и, главным образом, вещественных источников. Кроме того, нами был привлечен этнографический материал по русской кустарной промышленности XVIII—XX вв.

Следует заметить, что письменные и вещественные источники весьма неравномерно отражают историю кузнечного производства.

В летописях, грамотах и других письменных памятниках древней Руси известия о кузнечном ремесле носят случайный характер. В них мы можем, например, иногда найти название какого-нибудь «железного» орудия труда, оружия и инструмента или упоминание о кузнеце-воине, погибшем в бою. Иногда встречается производственная терминология. Встречается она чаще в художественной литературе, например в «Слове о Полку Игореве» или «Слове Даниила Заточника».

Некоторые сведения о кузнечном ремесле мы находим в известиях восточных авторов о славянах. Наиболее ценными являются известия хорезмийского ученого XI в. Ал-Бируни.

Довольно интересным источником для воспроизведения техники ремесла X—XI вв. является труд Теофила «Schedula diversarum artium». Но в целом для истории ремесла и особенно для истории техники металлургического и металлообрабатывающего производства одни письменные источники совершенно недостаточны.

Только на основании разностороннего изучения археологических памятников в сочетании с письменными источниками можно воспроизвести технологию кузнечного и металлургического производства и сделать некоторые выводы о производственной и социальной организации ремесла.

Изучаемая нами эпоха достаточно полно представлена археологическими памятниками. Первое место здесь принадлежит древнерусским погребениям. Курганы IX—XIII вв. сохранили до нашего времени десятки тысяч вещей, среди которых большая часть приходится на долю «железного инвентаря». Немало находок сохранили нам и древнерусские города и городища.

Только изучая самую продукцию кузнечного ремесла и инструменты, которыми она изготовлялась, мы можем воспроизвести технологию древнерусского металлического производства и достаточно полно представить высокую техническую культуру древней Руси, созданную русскими людьми в эпоху образования русского государства.

Археологический материал, являющийся основным источником сведений о ремесле и его технике, требует особого подхода и специально разработанной методики для овладения этим материалом в плане разрешения тех или иных конкретных вопросов истории ремесла.

В советской археологической литературе, например, достаточно хорошо разработана методика датировки вещей и целых археологических комплексов. В 1926 г. П. П. Ефименко впервые применил для датировки могильных комплексов статистико-типологический метод, назвав его «методом культурной стратиграфии» [1]. Позднее А. В. Арциховский в работе «Курганы вятичей» типологический метод классификации вещей сочетал с методом их корреляции [2]. Но методы П. П. Ефименко и А. В. Арциховского являются пригодными только при обработке могильных инвентарей. Несравненно труднее поддается обработке городищенский материал.

Метод технологической тождественности для определения синхронности вещей для этнических и историко-географических и иных построений разработал Б. А. Рыбаков. Его метод исходит из технологических особенностей изготовления вещи и одинаково пригоден как для курганных, так и для городищенских материалов. Сущность метода сводится к следующему: «Среди многих вещей одного типа, близких по размерам, рисунку, силуэту, возможно отыскать вещи, отлитые в одной литейной форме

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 228 и 237.

[1] П. П. Ефименко. Рязанские могильники. Материалы по этнографии. Л., 1926, т. III, вып. 1

[2] А. В. Арциховский. Курганы вятичей. М., 1930.

или выбитые одним и тем же штампом. Для установления этого необходимо совпадение решительно всех деталей сопоставляемых вещей. Путеводную нить может дать какой-нибудь дефект литейной формы, малейшее дрожание резца мастера, резавшего форму (изложницу), так как этот дефект неизбежно будет повторен на всех отливках, вышедших из данной формы»[1].

Применяя этот метод технологического подобия, Б. А. Рыбаков, кроме уточнения датировок городских и курганных инвентарей, блестяще разрешил также вопросы распространения и сбыта продукции городских и деревенских ювелиров.

Менее разработанной осталась методика исследования археологических материалов в плане изучения технологии изготовления вещей.

ГЛАВА II

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Внешнее, морфологическое изучение предмета не всегда могло раскрыть технику его производства. Если в изделиях из цветных металлов, изготовленных техникой литья, штамповки или чеканки, еще можно наметить общие черты технологии их производства, то в изделиях из железа и его углеродистого сплава — стали, доходящих до нас всегда в коррозированном виде, морфологическое изучение предмета о технике производства почти ничего не говорит. Пожалуй, кроме формы предмета, т. е. внешней конструкции изделия, мы ничего установить не можем. Нам остается неизвестен материал (железо, сталь, чугун), его происхождение, нам неизвестны большинство элементов механической и тепловой обработки (сварка, паяние, цементация, закалка и т. п.); поэтому в настоящей работе мы для изучения технологии изготовления того или иного изделия из черного металла применили комплексный металловедческий анализ.

Ряд отобранных нами «железных» изделий был подвергнут микроструктурному, макроструктурному, рентгеноструктурному и спектральному анализам и была измерена твердость и микротвердость металла этих изделий.

Эта методика исследования позволила нам разрешить большинство вопросов технологии древнерусского производства орудий труда и оружия.

Прежде чем перейти к описанию нашей методики исследования, остановимся коротко на историографии этого метода в историко-технических и археологических работах.

Например, в 1914 г. В. В. Голубцов в статье «Оковы боярина Михаила Никитича Романова»[1] для доказательства подлинности оков использовал два микроструктурных анализа металла этих оков. Анализы производились на Пермском пушечном заводе в 1911 г. Исследователи, обнаружив под микроскопом ферритную с небольшим количеством перлита структуру с шлаковыми включениями, сделали заключение: «Надо полагать, что они сделаны из кричного железа, полученного по всей вероятности из весьма фосфористого чугуна... оковы несомненно старинного происхождения и являются подлинными оковами Мих. Ник. Романова»[2]. Только тенденциозность исследователя и заинтересованность в работе пермского губернатора позволили инженерам Пермских заводов, кстати сказать, совершенно не знающим истории железа (передельное железо для конца XVI в.??), сделать такое заключение, ибо ферритно-перлитную структуру с шлаковыми включениями может иметь металл изделий начиная с II тысячелетия до н. э. и кончая кустарной промышленностью XIX в.

Уже в советское время, в 30-х годах, появились работы, в которых авторы пытались привлечь металлографический анализ для определения технологии исследуемого предмета.

В 1932 г. была опубликована небольшая работа, авторы которой — металловед про-

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., 1948, Изд-во АН СССР, стр. 29.

[1] В. В. Голубцов. Оковы боярина Михаила Никитича Романова. ИАК, вып. 53, 1914, стр. 40.
[2] Там же, стр. 56.

фессор П. Я. Сальдау и сотрудник ГАИМК А. Ф. Гущина — на основании металлографического анализа описали технологию изготовления одной бронзовой фигурной булавки с Кавказа от начала II тысячелетия до н. э.[1] Это было довольно удачное содружество археологии с металловедением, но, к сожалению, оно этим же исследованием и окончилось[2].

В 1935 г. Б. Е. Деген-Ковалевский привлек металлографический анализ для технической интерпретации нескольких железных предметов[3].

Анализ производился инженерами в лаборатории завода «Красный металлист» в Ленинграде. Исследовано было 4 предмета. На трех предметах было обнаружено обычное ферритное строение и на одном — феррит с перлитом.

В 1949 г. опубликовал небольшой отрывок из своей работы по истории кузнечного производства в СССР Я. С. Голицын[4]. В работе был привлечен металлографический анализ кольчужных колец, на основании которого автор воссоздает технику производства кольчуг.

Прибегал к металлографическим анализам оружиевед В. В. Арендт[5], пытавшийся использовать их для подкрепления норманской теории.

Многие авторы за рубежом, в основном металловеды и историки техники, тоже применяли металлографию для исследования отдельных археологических предметов.

Несколько анализов древнего железа сделал немецкий металловед Ганеманн[6]. Два нидамских меча исследовал в 1927 г. Нейман[1]. Французский металловед Шарль Фремон произвел металлографические исследования трех топоров меровингского времени[2]. Английские историки техники, привлекая металловедов, применили металлографический анализ при изучении египетского и сирийского железа. Например, Карпентер и Робертсон произвели анализ двух ножей и одного инструмента из раскопок Питри в Египте[3]. Банистер в работе по истории древнеегипетской металлургии сделал несколько металлографических анализов цветного металла[4].

Во всех перечисленных работах, как русских, так и зарубежных авторов, металлографическому исследованию подвергались единичные металлические предметы того или иного исторического периода. У большинства авторов формальный металлографический анализ был оторван от археологической и исторической значимости данного предмета. И вполне понятно, что на основании такого анализа двух-трех случайных предметов было совершенно невозможно воспроизвести технологию обработки металла и определить уровень техники в том или ином обществе. Такая задача по существу и не ставилась.

Только исторический материализм устанавливает, что главной движущей силой развития общества, определяющей характер того или иного общественного строя, является способ производства материальных благ. «Экономические эпохи,— пишет К. Маркс,— различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда. Средства труда не только мерило развития человеческой рабочей силы, но и показатель тех общественных отношений, при которых совершается труд»[5].

Нами было произведено массовое исследование большого количества орудий труда, оружия, ремесленного инструмента,

[1] П. Я. Сальдау и А. Ф. Гущина. Применение металлографии в археологии. Сообщения ГАИМК, № 3—4, 1932, стр. 49.

[2] Этими же авторами было произведено исследование еще нескольких медных и бронзовых предметов, но результаты исследования не были опубликованы.

[3] А. А. Иессен, Б. Е. Деген-Ковалевский. Из истории древней металлургии Кавказа, 1935.

[4] Я. С. Голицын. Новгородские оружейники XIII—XVI вв. Вестник машиностроения, 1949, № 10, стр. 69. Я. С. Голицыным произведено металлографическое исследование около 20 железных и бронзовых предметов, подобранных ему ГИМ. Результаты исследования еще не опубликованы.

[5] В. В. Арендт. О технике древнего клинкового производства. Архив истории науки и техники, вып. 8, М., 1936, стр. 161.

[6] H. Hanemann. Metallographische Untersuchung... Eisenfunde. Österreich. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen. 1914, № 62, стр. 183.

[1] B. Neumann. Römischer Damaststahl. Archiv Eisenhüttenwesen. 1927, Bd. 1, Hf. 3, стр. 241.

[2] C. Fremont. Untersuchungen an eisernen Schmiedstücken... B. z. G. T. u. J., Bd. 18, 1928, стр. 161.

[3] H. Carpenter u. M. Robertson. Metallographische Untersuchung... B. z. G. T. u. J., Bd. 20, 1930, стр. 181.

[4] H. Garland a. C. Bannister. Ancient Egyptian Metallurgy, London, 1927.

[5] К. Маркс. Капитал, т. I, М., 1951, стр. 187.

утвари и прочих металлических изделий, относящихся при этом к определенному периоду истории нашей Родины, а именно ко времени домонгольской Руси. Это позволило нам сделать обобщение отдельных технологических характеристик (исходный металл, технология изготовления — сварка, паяние, цементация и т. п., термическая обработка) на основе которых можно было строить уже более широкие историко-технические и исторические выводы.

Основной и массовый метод исследования в изучении технологии производства — это металлографический анализ.

Металлографические исследования (микроструктурные и макроструктурные анализы) автор производил лично в лаборатории металлографии Института стали имени И. В. Сталина. В работе большое участие принимала доцент кафедры металлографии, кандидат технических наук Е. В. Панченко. Результаты нашего исследования изложены в статье «Железные и стальные изделия древней Руси» [1].

Для анализа у каждого исследуемого изделия нами вырезался образец. В подавляющей массе образцы брались на рабочей части изделия в поперечном сечении (см., например, рис. 34, 55, 59, 105, 110 и т. п.). Так как большинство изделий в своей рабочей части представляют собой режущее или рубящее лезвие, то шлиф, сделанный на образце в поперечном сечении, выявлял наиболее полно всю гамму структур данного изделия от острия до обуха клинка. На некоторых образцах шлифы делались в продольном сечении.

При микротравлении и макротравлении на шлифе, в зависимости от технологического строения изделия, выявились зоны с различными структурными составляющими (структуры чистого железа, сварочных швов, переходных слоев, железоуглеродистых сплавов — стали в отожженном или термически обработанном состоянии и т. п.). При нанесении этих зон на чертеж шлифа обычно в масштабе 10 : 1 мы получали схему технологического строения данного изделия (см. рис. 35, 39, 56, 60, 106, 111 и т. п.).

Для проверки однородности технологического строения всего изделия (лезвия) на некоторых предметах образцы для шлифов были взяты из разных мест лезвия. Во всех этих случаях на каждом отдельном изделии шлифы повторяли одну и ту же технологическую схему. Это позволило нам в дальнейшем на основании одного шлифа на одном образце говорить о строении всей рабочей части (клинка) изделия.

Для травления микрошлифов и макрошлифов мы применяли в качестве реактива 3%-ный раствор азотной кислоты в спирте. В отдельных случаях для получения более четкой структуры применялось глубокое травление 5%-ным раствором азотной кислоты в спирте. Для выявления на некоторых шлифах цементитной сетки применялось травление щелочным раствором пикрата натрия.

Обозначение структур принято согласно существующей в металлографии терминологии по виду микроструктуры и соответствующей ей твердости — феррит, перлит, мартенсит, троостит и сорбит.

Напомним основные характерные свойства и признаки указанных структур и соответствующие им состояния металла или сплава.

Феррит — магнитная модификация железа, почти чистая в отношении содержания углерода. В структуре кричного железа наблюдается в виде зерен той или иной величины. Зерна после травления очерчиваются либо разными оттенками полиэдров, либо ясно выраженными границами (см. рис. 134, *6*). При травлении феррит остается светлым. В кричном железе между зернами феррита встречаются шлаковые включения. Структура чистого феррита с шлаковыми включениями (иногда и без шлаковых включений) характеризует обычное кричное железо.

Перлит — эвтектоидная смесь цементита [1] и феррита, соответствующая полному распаду твердого раствора аустенита. Чистый перлит встречается только в эвтектоидной стали, т. е. при содержании углерода 0,9%. Перлит встречается в двух видах —

[1] Е. В. Панченко и Б. А. Колчин. Железные и стальные изделия древней Руси. Сборник «Структура и свойства стали». М., 1951, стр. 5.

Пользуюсь случаем выразить глубокую благодарность Е. В. Панченко за ценные советы и помощь при работе автора в лаборатории и зав. кафедрой металлографии проф. Б. Г. Лившицу, любезно разрешившему автору работать в лаборатории кафедры.

[1] Химическое соединение углерода с железом — Fe_3C, — содержащее в своем составе 6,67% углерода.

пластинчатый или зернистый, чаще пластинчатый (см., например, рис. 157, *2*). Структура чистого перлита характеризует сталь с содержанием углерода около 0,9% в отожженном состоянии.

Феррит с перлитом. В структуре доэвтектоидных сталей, т. е. при содержании углерода меньше 0,9%, перлит присутствует вместе с ферритом. Феррит в этих сталях располагается или в виде отдельных светлых зерен, чередующихся с темными участками перлита (например, рис. 64, *2*, 161, *6*), или в виде светлых окаймлений вокруг зерен перлита (например, рис. 154, *6*, 160, *4*). Такая структура в зависимости от количества перлита характеризует сталь с содержанием углерода от 0,1 до 0,9% в отожженном состоянии.

Перлит с цементитом. В структуре заэвтектоидных сталей, т. е. при содержании углерода больше 0,9%, перлит присутствует вместе с цементитом. Цементит в этих сталях располагается в виде четких светлых окаймлений вокруг зерен перлита (см. рис. 107, *2*). При травлении щелочным раствором пикрата натрия сетка цементита окрашивается в черный цвет. Такая структура характеризует сталь с содержанием углерода выше 0,9% в отожженном состоянии.

Термическая обработка углеродистых сталей основана на том, что неустойчивая структура аустенита в зависимости от скорости охлаждения превращается в иные структуры, обладающие другими свойствами. Продуктами распада аустенита при его быстром непрерывном охлаждении являются мартенсит, троостит, сорбит.

Мартенсит — начальная стадия распада аустенита. Мартенсит характерен игольчатым строением и высокой твердостью. Такая структура образуется при больших скоростях охлаждения (например, в холодной воде) и типична для закаленных сталей.

Троостит — дальнейшая за мартенситом стадия распада аустенита, представляющая собой смесь феррита с цементитом очень высокой степени дисперсности. Структурно не выявляется и при травлении окрашивается в темный или почти черный цвет. Твердость большая, но меньше твердости мартенсита. Такая структура характерна для сталей при отпуске до температур примерно 300—500°.

Сорбит представляет собой вполне распавшийся аустенит с едва заметным обособлением зерен феррита и цементита. Сорбит имеет более мелкодисперсное строение, чем перлит. Структурно выражается тонкопятнистым строением. Твердость выше перлита, но ниже троостита. Такая структура характерна для сталей, подвергнутых закалке с последующим высоким отпуском (при температурах 500—700°).

Структура мартенсита, определяемая нами по виду и твердости, не во всем соответствовала современному понятию мартенсита. Рентгеноструктурное исследование стали со структурой, имеющей явно выраженное игольчатое строение и высокую твердость и микротвердость, показало, что в растворе углерода в альфа-железе имеется незначительное количество углерода, не превышающее 0,165%. Член-корреспондент АН СССР Г. В. Курдюмов считает, что «Процессы, происходящие при отпуске мартенсита (выделение из раствора части углерода в форме дисперсных частиц карбида.— *Б. К.*), по существу представляют собою такие же процессы, которые наблюдаются при старении закаленных сплавов с ограниченной и повышающейся с температурой растворимостью» [1].

Многовековое пребывание наших образцов в земле привело к тому, что значительная часть углерода из раствора выделилась, но при этом твердость стали не уменьшилась,— она сохранилась прежней или даже повысилась. Во всех случаях, когда исследуемые нами структуры давали игольчатое строение и высокую твердость, мы их определяли как мартенситные. В табл. 7 (стр. 173) приведено сопоставление концентрации углерода в альфа-растворе со структурой и твердостью данного сплава.

У большинства образцов было произведено микрофотографирование структур. Фотографировались в первую очередь метастабильные структуры на рабочей части изделия, сварочные швы, переходные слои, цементованные зоны и иногда структура основы изделия. Большинство микрофотографий сделано при увеличении в 100 и в 200 раз. Некоторые структуры снимались при увели-

[1] Г. В. Курдюмов. К теории закалки и отпуска стали. Сборник научных докладов секции Металловедения и термической обработки ВНИТО металлургов. Москва, 1940, стр. 117.

чении в 600 раз. Иногда снималось полное сечение рабочей части лезвия при увеличении в 30 раз. Макроструктура образцов фотографировалась при увеличении в 3,4 раза.

Измерение твердости. При определении микроструктур на образцах, кроме вида структуры, измерялась твердость и микротвердость данной структуры.

Измерение твердости производилось на приборе Роквелла, на отожженных структурах при помощи шарика (P = 100 кг) и на термически обработанных при помощи алмаза (P = 100 кг). Так как большинство образцов, на которых были сделаны шлифы, имели небольшие размеры, то твердость на них могла быть измерена только на середине образца, а на большинстве шлифов это была железная основа изделия. Таким образом, на этих шлифах в наиболее интересной части — на конце лезвия, твердость не измерялась.

В таких случаях широко применялось измерение микротвердости. Этот метод позволил измерять микротвердость даже самых поверхностных слоев изделия. Измерение микротвердости производилось на приборе «Диритест» при помощи алмазного конуса при нагрузке 100 г и при рассмотрении отпечатков с увеличением в 400 раз. По измеренным отпечаткам определялась микротвердость по шкале Виккерса [1].

Для проверки возможности пользования переводными таблицами на нескольких образцах с однородной структурой была измерена микротвердость и твердость по Роквеллу при нагрузке 100 кг. Результаты измерения дали близкие значения. При определении микротвердости на образцах проводилось от 5 до 30 измерений отдельных зон или структурных составляющих. Для термически обработанных слоев брались максимальные значения микротвердости, повторяющиеся не менее четырех раз.

Сопоставление структурных признаков с твердостью или микротвердостью являлось решающим в определении структуры всего образца или зоны на образце.

Рентгеноструктурный анализ. Для контроля структурного состояния образцов, представляющих наибольший интерес в отношении метастабильности, 15 шлифов были подвергнуты рентгеноструктурному анализу.

Рентгеноструктурный анализ производился в рентгеновской лаборатории Института стали имени И. В. Сталина доцентом Е. И. Онищик. С образца снималась дебаевская двусторонняя рентгенограмма по методу обратных отражений. Дополнительно три образца были подвергнуты рентгеновскому анализу в лаборатории № 2 Института металлофизики ЦНИИЧМ под наблюдением чл.-корр. АН СССР Г. В. Курдюмова.

Рентгеноструктурный анализ позволил установить достоверность наличия мартенсита как структуры закалки.

Определение химического состава изделия. Обычный метод технического анализа металла для наших образцов оказался неприемлемым. Определение содержания углерода как важнейшей составляющей железных сплавов техническим (химическим) методом могло дать лишь среднее содержание во взятой пробе от изделия. А так как в исследуемых нами изделиях металл в отношении распределения углерода является неоднородным (наварка стали на лезвия, цементация и т. п.) и взятие проб послойно ввиду малых размеров образцов практически невозможно, то полученные результаты не характеризовали бы ни железную основу, ни стальное лезвие, а дали бы несуществующее фактически среднее содержание углерода в железе и стали вместе. Поэтому содержание углерода определялось металлографически для образцов, находящихся в отожженном состоянии. Часть термически обработанных изделий для определения в них углерода подвергалась отжигу. Металлографический метод определения углерода достаточно надежен. Степень возможной ошибки для отожженного изделия не превышает 0,1%.

Определение других примесей проводилось спектральным полуколичественным методом на стилоскопе в Спектральной лаборатории Института стали имени И. В. Сталина.

Сера в железе химическим методом не определялась. С нескольких образцов изделий были сняты отпечатки на сернистые включения.

Техническому анализу были подвергнуты только железные шлаки.

В связи с методикой технологического ис-

[1] Микротвердость измеряла доцент кафедры металлографии, кандидат технических наук Е. В. Панченко.

следования археологического материала мы коснемся вопроса музейной обработки изделий из черного металла.

Как известно, все «железные» предметы, находимые археологами в земле, заболоченной почве и воде, находятся в коррозированном состоянии. В зависимости от степени разрушения предмет может представлять собой:

1) металлическую основу (сердцевину), покрытую слоем ржавчины разной толщины. Поверхность предмета иногда сохраняет, а иногда и деформирует первоначальную форму изделия. «Железные» предметы, найденные в земле и подвергшиеся в свое время действию огня, очень часто покрываются только тонким слоем окалины (слой закиси-окиси), при хорошей сохранности металла;

2) целиком коррозированный предмет без сохранения металла.

В первом случае найденный предмет в целях предохранения от дальнейшего разрушения очищают от коррозии. Существует четыре способа очистки «железных» изделий от ржавчины: 1) механический, 2) термический, 3) химический, 4) электрохимический [1].

Механический способ, примененный самостоятельно, без сопровождения другими способами, очень часто недостаточен. Поэтому в наших лабораториях чаще всего применяют способы термической (лаборатория Института археологии АН УССР) или электрохимической (лаборатория ИИМК АН СССР) очистки.

При этих способах консервации предметы нагревают в одном случае до 700—900° и в другом до 100—150°. В железоуглеродистых сплавах (сталях), так же, как и в цветных металлах и сплавах, эти способы будут изменять и структуру металла.

Если рассчитывать, что примененная нами методика технологического исследования будет в археологии применяться и в будущем (нужно учитывать, что появятся новые методы рентгеноструктурного исследования без разрушения предметов), то в настоящее время необходимо полностью отказаться от способов очистки «железных» предметов с применением тепловой обработки. Нужно итти по линии механического и химического способов.

ГЛАВА III

ОБЗОР КУЗНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Отбирая образцы для нашего технологического исследования, мы исходили из того, чтобы, во-первых, как можно шире территориально отразить технику кузнечного производства древней Руси, и, во-вторых, показать ее на наиболее разнообразных образцах. Из изученных нами коллекций «железного» инвентаря в Государственном Историческом музее (Москва), в Киевском государственном Историческом музее (Киев), в лаборатории ИИМК АН СССР (Москва), в лаборатории Института археологии АН Украинской ССР (Киев) и в Рязанском Краеведческом музее (Рязань) было отобрано 286 изделий с 32 археологических памятников, относящихся ко времени IX—XIII вв. Они довольно равномерно распределились по территории древней Руси (см. карту — рис. 1). Из Новгородских земель с пяти памятников было отобрано 92 изделия, из Владимиро-Суздальской и Смоленской земли с 17 памятников — 98 изделий и из Киевской земли с 7 памятников — 79 изделий. Кроме того, было взято 3 предмета из Лядинского могильника и 14 предметов с удмуртских городищ на Чепце. Последние два археологических памятника, как и некоторые другие из восточных районов Руси (Подболотье, курганы у Гагино и др.), не являются славянскими памятниками, но племена, оставившие их нам, довольно рано уже были в орбите влияния своих соседей — славян и позднее вошли в границы территории древней Руси.

Нами изучена продукция кузнечного ремесла с следующих археологических памятников.

Новгород Великий (условное обозначение

[1] М. В. Фармаковский. Консервация и реставрация музейных коллекций. М., 1947, стр. 66. Очерки по методике технологического исследования, реставрации и консервации древних металлических изделий. М.— Л., 1935, издание ГАИМК, стр. 22.

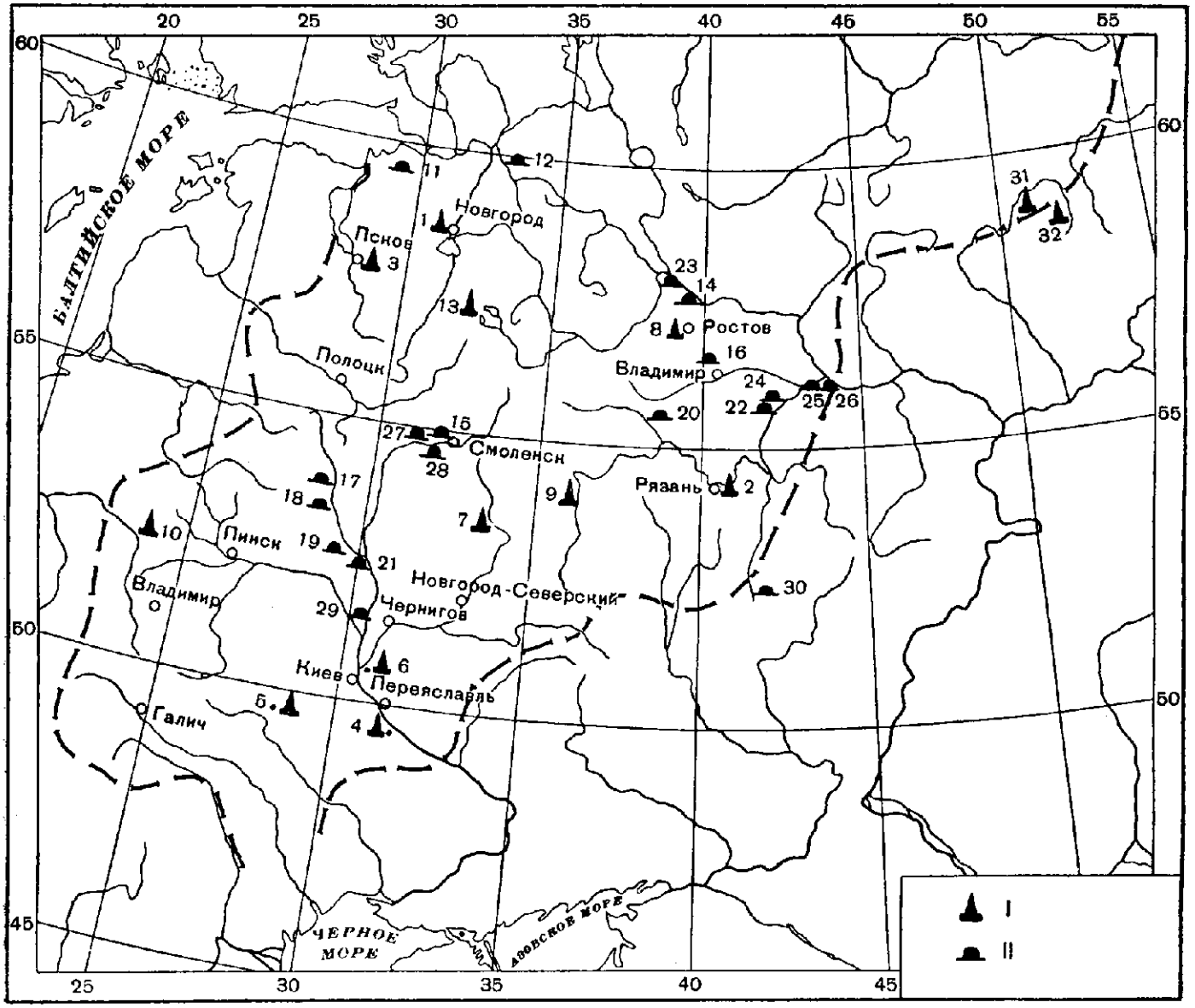


Рис. 1. Схематическая карта археологических памятников древней Руси, упоминаемых в тексте.

Условные обозначения: I — город, городище: II — курганы, могильник; *1* — Новгород; *2* — Рязань; *3* — Псков; *4* — Княжая Гора: *5* — Райковецкое городище: *6* — Вышгород; *7* — Вшиж: *8* — Сарское городище; *9* — Федяшевское городище; *10* — Дрогичинское городище: *11* — Новгородские курганы: *12* — Приладожские курганы: *13* — Стерженское городище; *14* — Михайловские курганы: *15* — Гнездовские курганы; *16* — Владимирские курганы: *17* — курганы у дер. Заславль: *18* — курганы у Логойска; *19* — Моховской могильник: *20* — курганы у с. Бисерово: *21* — курганы у дер. Заужелье: *22* — Подболотьевский могильник: *23* — курганы у с. Кривец: *24* — Максимовский могильник; *25* — курганы у с. Гагино: *26* — курганы у дер. Мал. Терюшово; *27* — Ковшаровское городище; *28* — курганы у с. Заборье; *29* — курганы у с. Вишенки: *30* — Лядинский могильник: *31* — Кушманское городище; *32* — городища Глазовского района

«Новгород» [1]). Образцы для исследования отобраны из археологических находок на Ярославовом дворище. Раскопки производил в 1947 и 1948 гг. А. В. Арциховский. Вещи взяты из древних культурных слоев, датируемых X—XIII вв. Всего взято 34 изделия.

Старая Рязань (условное обозначение «Рязань»). Образцы для исследования отобраны из находок на северной части городища. Раскопки производил в 1948 и 1949 гг. А. Л. Монгайт. Взятые на исследование вещи датируются XII в.— первой половиной XIII в. Всего взято 15 изделий.

Новгородские курганы (условное обозначение «Новгор. кург.»). Кладбище жителей деревень северо-западной части Новгородской земли. Обряд погребений — трупоположение. Раскопки производил в конце про-

[1] Условные обозначения в соединении с каким-либо числом (например, Новгород-7) означают определенную исследованную вещь, опись которых дается в приложении на стр. 251

шлого века Л. К. Ивановский. Группы курганов, из которых взяты на исследование вещи, датируются XI—XII вв. Всего взято 23 изделия.

Приладожские курганы (условное обозначение «Приладожье»). Языческое кладбище чудского племени весь. В могильнике встречаются захоронения дружинников и рядовых жителей. Обряд погребения — трупосожжение. Раскопки производил в конце прошлого столетия Н. Е. Бранденбург. Курганы в основном датируются X в. На исследование взято 18 предметов.

Гнездовские курганы (условное обозначение «Гнездово»). Языческое кладбище жителей древнего Смоленска. Обряд погребения — трупосожжение. Образцы на исследование взяты из раскопок, произведенных в конце прошлого столетия В. И. Сизовым и С. И. Сергеевым. Курганы датируются в основном X в. Всего взято 21 изделие.

Ковшаровское городище (условное обозначение «Ковшарово»). Славянское городище близ Смоленска. Древнерусские слои городища датируются XI—XIII вв. Раскопки производил А. Н. Лявданский. На исследование взято 2 изделия.

Владимирские курганы (условное обозначение «Владимир»). Кладбище русского сельского населения Владимиро-Суздальской земли. Обряд погребения — трупосожжение и трупоположение. Раскопки производили в 1851—1853 гг. А. С. Уваров и П. С. Савельев. Курганы датируются X — XII вв. Исследовано 18 предметов.

Михайловские курганы (условное обозначение «Михайловское»). Языческое кладбище кривичей близ Ярославля. В курганах встречаются захоронения дружинников и рядовых жителей. Обряд погребения — трупосожжение. Образцы на исследование взяты из раскопок, произведенных И. А. Тихомировым и В. А. Городцовым. Курганы датируются IX—X вв. Исследовано 8 предметов.

Городище Княжая Гора (условное обозначение «Княжая»). Территорию Княжей Горы определяют как место древнерусского города Родня. Большие раскопки производил Н. Ф. Беляшевский. Основной материал городища датируется XI—XII вв. На исследование взято 37 предметов.

Курганы у с. Кривец Ярославской области (условное обозначение «Кривец»). Кладбище кривичей. Обряд погребения — трупоположение. Раскопки производил в 1887 г. Я. А. Ушаков. Курганы датируются XI—XII вв. Исследованы 3 предмета.

Псков (условное обозначение «Псков»). Образцы для исследования отобраны из находок в Псковском кремле. Раскопки производила в 1948 г. С. А. Тараканова. Вещи взяты из культурных слоев VIII—XII вв. На исследование взято 15 предметов.

Подболотьевский могильник (условное обозначение «Подболотье»). Языческие кладбища племени мурома. Обряд погребения — трупоположение. Раскопки производил в 1910 г. В. А. Городцов. Могильник датируется IX—X вв. На исследование взято 7 предметов.

Максимовский могильник (условное обозначение «Максимовский»). Языческое кладбище племени мурома. Обряд погребения — трупоположение. Раскопки производил в 1895 г. А. А. Спицын. Могильник датируется IX—X вв. Исследовано 4 предмета.

Вышгород (условное обозначение «Вышгород»). Древнейший пригород Киева. Раскопки производили Б. А. Рыбаков и Л. А. Голубева. Вещи датируются XI—XII вв. На исследование взято 10 образцов.

Сарское городище на реке Саре около Ростова (условное обозначение «Сарское»). Большое городище племени меря. Раскопки производил в 1923—1924 гг. Д. Н. Эдинг. Основной материал датируется IX—X вв. На исследование взято 6 предметов.

Вщиж (условное обозначение «Вщиж»). Древнерусский город Черниговской земли. Раскопки производил Б. А. Рыбаков. Основной материал датируется XI—XII вв. На исследование взято 6 предметов.

Райковецкое городище (условное обозначение «Райки»). Небольшой укрепленный поселок в юго-западной части Киевского княжества. В середине XIII в. разрушен татарами и сожжен. Раскопки производил в 1930—1932 гг. Ф. Н. Молчановский, а позже В. К. Гончаров. Основной археологический материал датируется началом XIII в. На исследование взято 20 предметов.

Курганы у дер. Заславль Минской области и района (условное обозначение «Заславль»). Раскопки Н. М. Турбина. Дата XI—XII вв. На исследование взят 1 предмет.

Курганы у с. Бисерово, Богородского района Московской области (условное обозначение «Бисерово»). Раскопки С. К. Богоявленского. Дата XI—XIII вв. Взят 1 предмет.

Курганы у с. Логойска, Борисовского района Минской области (условное обозначение «Борисово»). Раскопки Тышкевича. Дата XI—XIII вв. Взят 1 предмет.

Моховской могильник, Речицкого района Гомельской области (условное обозначение «Моховской»). Раскопки В. З. Завитневича. Дата XI—XIII вв. Взят 1 предмет.

Курганы у дер. Заужелье, Речицкого района Гомельской области (условное обозначение «Речица»). Раскопки В. З. Завитневича. Дата XI—XIII вв. Взято 2 предмета.

Курганы у с. Гагино, Сергачского района Горьковской области (условное обозначение «Гагино»). Раскопки Снежневского. Дата XII—XIII вв. Взят 1 предмет.

Курганы у дер. Мал. Терюшово, Горьковской области и района (условное обозначение «Терюшово»). Раскопки Л. Д. Дружкина. Дата XII—XIII вв. Взято 2 предмета.

Стерженское городище (условное обозначение «Стерженское»). Славянское городище в верховьях Волги. Раскопки С. А. Таракановой. Дата XI—XII вв. На исследование взято 2 предмета.

Федяшевское городище (условное обозначение «Федяшево»). Славянское городище в верховьях Оки. Раскопки В. А. Городцова. Дата XI—XIII вв. Взято 5 предметов.

Курганы у с. Вишенки, Остерского района Черниговской области (условное обозначение «Вишенки»). Взято 3 предмета.

Дрогичинское городище, Бельского уезда Гродненской губернии, в настоящее время находится на территории Польши (условное обозначение «Дрогичинское»). Раскопки в девятисотых годах Н. П. Авенариуса. Дата XI—XIII вв. Взято 2 предмета.

Курганы у с. Заборье, Демидовского района Смоленской области (условное обозначение «Поречье»). Раскопки В. И. Сизова. Обряд погребения — трупоположение. Дата XI—XII вв. Взят 1 образец.

Городища Глазовского района Кировской области (условное обозначение «Глазов»). Древние городища племени удмуртов, расположены по р. Чепца. Раскопки производил Н. Г. Первухин. Материал датируется X—XII вв. На исследование взято 13 предметов.

Лядинский могильник (условное обозначение «Лядинский»). Языческое кладбище древней мордвы. Расположен на р. Ляда Тамбовской области. Раскопки производил В. Ястребов. Материал датируется X—XI вв. На исследование взято 3 предмета.

Кушманское городище на р. Чепце (условное обозначение «Кушманское»). Городище племени удмуртов. Раскопки производил А. П. Смирнов. Дата X—XI вв. Взят 1 предмет.

В заключение главы ознакомимся с номенклатурой изделий из черного металла, бытовавших в древней Руси. Перечень составлен на основании археологического материала X—XII вв., изученного нами в музейных коллекциях и по изданиям.

Список насчитывает 150 наименований, распределенных нами по следующим 6 группам: орудия труда, ремесленные инструменты, оружие, конская сбруя, домашняя утварь и принадлежности костюма и украшения.

Орудия труда сельского хозяйства и промыслов:

1) лемехи; 2) сошники; 3) чересла (плужные ножи); 4) лопаты цельножелезные; 5) железные оковки деревянных лопат; 6) мотыги; 7) серпы; 8) косы; 9) подпятники (железная деталь ручного жернова); 10) веретена (железная деталь ручного жернова); 11) ножницы овечьи; 12) ножи; 13) стрелы охотничьи (наконечники); 14) древолазные шипы (железные скобы с одним шипом; вероятно применялись бортниками для лазания на деревья); 15) медорезки (широкие ножи с коленчатыми рукоятками); 16) гарпуны; 17) багры (железные наконечники багров); 18) крючки рыболовные; 19) остроги; 20) блесны; 21) пешня (наконечник лома для рубки льда); 22) топоры.

Ремесленные инструменты:

1) молот кузнечный (кувалда); 2) молотки кузнечные и слесарные; 3) клещи кузнечные и кричные; 4) кусачки ювелирные; 5) наковальни кузнечные; 6) наковальни ювелирные; 7) наковальни ювелирные фигурные; 8) зубила кузнечные; 9) зубила слесарные; 10) зубила-подсеки; 11) пробойники; 12) гвоздильни; 13) обжимки; 14) подкладки; 15) молотки железные фигурные ювелирные; 16) чеканы; 17) пинцеты ювелирные; 18) ножницы по цветному металлу; 19) штампы; 20) пуансоны; 21) резцы для гравировки по металлу; 22) напильники по металлу; 23) молоток насекальный для про-

изводства напильников; 24) волочильные доски для проволоки из цветных металлов; 25) паяльники с железной ручкой; 26) тесла по дереву проушные; 27) пилы лучковые и типа ножовок; 28) скобели разнообразных форм и размеров; 29) долота по дереву; 30) сверла по дереву спиральные; 31) сверла по дереву ложковидные; 32) тесак-клин (инструмент по дереву для раскалывания бревен и долбления больших выемов); 33) стамески по дереву и кости; 34) резцы токарные по дереву; 35) резцы ручные по дереву; 36) ложкарки; 37) молотки-гвоздодеры; 38) тесло по дереву с коленчатой рукоятью; 39) наструги по дереву; 40) струги для снятия мездры с кожи; 41) резаки для раскройки кожи; 42) шило; 43) ножи для раскройки кожи; 44) кирки; 45) наборы костерезного инструмента; 46) пилки по кости.

Оружие:

1) мечи; 2) сабли; 3) копья; 4) шлемы с принадлежностями — личина, нос и т. п.; 5) кольчуга; 6) бармица; 7) боевые стрелы (наконечники); 8) умбоны; 9) скобы для крепления щита; 10) оковка щита; 11) боевые топорики; 12) булавы; 13) сулицы; 14) засапожники (большие боевые ножи); 15) детали арбалета (шестерни, болт); 16) наконечники колчанов.

Конская сбруя и снаряжение всадника:

1) удила; 2) стремена; 3) путы с замками; 4) подковы; 5) шпоры; 6) скребки для чистки лошадей; 7) железные части плети; 8) железные украшения сбруи (бляхи, наконечники); 9) псалии; 10) бубенчики.

Домашняя утварь:

1) ножницы шарнирные и пружинные; 2) кресала для высекания огня; 3) футляры для фитиля; 4) сковороды; 5) чапельники (сковородники); 6) кочедык (плоское шило для плетения лаптей); 7) весы типа безмен с передвижной гирей; 8) гири; 9) иглы; 10) гвозди костыльковые и со шляпками; 11) заклепки; 12) шайбы для заклепок; 13) разнообразные скобы; 14) петли дверные и сундучные; 15) ручки дверные фигурные; 16) прорезные художественные бляхи (украшение дверей, ворот); 17) котлы; 18) цепи; 19) ведра; 20) ручки от деревянных ведер; 21) ушки от деревянных ведер; 22) обручи от ведер и кадушек; 23) разнообразные крючки (для подвешивания); 24) разнообразные кольца; 25) разнообразные щеколды; 26) склепки; 27) оковки мебели и других вещей; 28) замки висячие; 29) замки путряные; 30) ключи к замкам; 31) ключи к деревянным запорам; 32) светец; 33) пробои дверные; 34) подсвечники; 35) железные ушки к медным котлам; 36) ботало (колокольчик для скота); 37) пружины к деревянным замкам.

Принадлежности костюма и украшения:

1) гривны с подвесками; 2) поясные наборы (наконечники); 3) пряжки поясные; 4) фибулы; 5) браслеты; 6) бляхи разнообразных форм и рисунков; 7) булавки с фигурными головками; 8) подковы сапожные; 9) гвозди сапожные; 10) разнообразные подвески; 11) крючки художественной работы; 12) петли, скобки и накладки на шкатулки художественной работы; 13) фигурные ручки шкатулок; 14) пинцеты туалетные; 15) цепочки костыльковые; 16) цепочки простые; 17) застежки костюма; 18) кольца ручные (перстни); 19) кольца с разнообразными подвесками.

Приведенная номенклатура изделий показывает широту распространения и многообразие применения железа в жизни древнерусских людей. Основные орудия труда земледельца и строителя были сделаны из железа. Весь инструмент многочисленных ремесленников был железным, как и все оружие воинов. Железо не менее широко вошло и в домашний быт.

Если мы весь этот инвентарь сравним с железным инвентарем предшествующих эпох, то обнаружим резкое различие как в составе, так и в форме изделий. За весь двухтысячелетний период «железного века» в Восточной Европе не было создано и пятой части видов того инвентаря, который мы встречаем уже в IX—X вв. в древней Руси.

Созданию древнерусского феодального государства предшествовало очень быстрое развитие производительных сил у славянских племен, населявших Восточную Европу, и выражалось это прежде всего в развитии и изменении орудий производства, сделанных из железа. «*Вторая особенность* производства, отмечает И. В. Сталин,— состоит в том, что его изменения и развитие начинаются всегда с изменений и развития производительных сил, прежде всего — с изменений и развития орудий производства» [1].

[1] И. Сталин. О диалектическом и историческом материализме, Госполитиздат, 1950, стр. 56.

ВТОРАЯ ЧАСТЬ

ТЕХНИКА МЕТАЛЛУРГИИ

ГЛАВА I

ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

На рубеже II и I тысячелетия до н. э. племена, населявшие Восточную Европу, одновременно с племенами, жившими во многих других местах Европы, Азии и Африки, открыли и быстро освоили новый материал, ставший важнейшим сырьем в производстве орудий труда, оружия, инструмента, снаряжения и разной утвари. Это было железо.

«Железо стало служить человеку, последнее и важнейшее из всех видов сырья, сыгравших революционную роль в истории... Железо создало обработку земли на крупных площадях, обеспечило расчистку под пашню широких лесных пространств; оно дало ремесленнику орудия такой твердости и остроты, которым не мог противостоять ни один камень, ни один из известных тогда металлов» [1].

В южных районах России железо появилось в киммерийское время и господствующее положение в материальной культуре завоевало себе только в скифское время, т. е. в VIII—VII вв. до н. э.[2] В лесной полосе Восточной Европы железо появилось примерно в это же время. Нам известны находки железа в Младшем Волосовском могильнике, датируемом самым концом II тысячелетия до н. э.[3], и железных шлаков на Галичской стоянке, датируемых VIII в. до н. э.[1].

Особенно интересны для истории ранней металлургии железа находки остатков железоделательного производства на раннедьяковском поселении, раскопанном М. Е. Фосс у Галичского озера на дюне Умиление. Это поселение М. Е. Фосс датирует IX—VII вв. до н. э.[2]

В очажной яме четырехугольной формы, размером 4 × 2,5 м и глубиной около 0,7 м, были вскрыты остатки большого костра в виде золы, угля и обуглившихся поленьев дров. Тут же у костра обнаружено большое скопление камней со следами действия огня, обломков керамики дьяковского типа и железных шлаков. Часть фрагментов керамики найдена с прилипшим железным шлаком. Около очажной ямы найдены каменные орудия, служившие для размельчения руды. Глиняные сосуды были плоскодонные, сравнительно небольшого размера: с диаметром у горлышка 15—18 см и высотой около 18—20 см.

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XVI, ч. 1, стр. 138.

[2] Б. Н. Граков. Литейное и кузнечное ремесло у скифов. КС ИИМК, вып. XXII, стр. 39.

[3] В. А. Городцов. Археологические исследования в окрестностях гор. Мурома в 1910 г. Древности, т. 24, стр. 49.

[1] В. А. Городцов. Галичские клад и стоянка. ТСА РАНИОН, М., 1928, т. III, стр. 28. В. А. Городцов, верно датировав археологический комплекс с остатками железоделательного производства, не отделил его от раннего инвентаря собственно Галичской стоянки. Сама стоянка датируется серединой II тысячелетия до н. э. Очажная яма с железными шлаками относится к раннедьяковскому поселению на более ранней неолитической стоянке. Эти сведения мне любезно сообщены М. Е. Фосс.

[2] М. Е. Фосс. Итоги Галичской экспедиции. КСИИМК, вып. XXVI, стр. 37 и М. Е. Фосс. Отчет о Галичской экспедиции 1947 г. Архив Комитета полевых исследований ИИМК, дело № 210.

От середины I тысячелетия до н. э. в лесной полосе Восточной Европы нам известен и железный инвентарь. На Старшем Каширском городище, датируемом VII—V вв. до н. э., часть которого раскопал В. А. Городцов, были найдены 2 железных кельта, 4 ножа, 1 серп, 2 шила и 12 обломков трудно определимых железных предметов. Кроме того, в культурном слое городища и в землянках часто встречались железные шлаки [1]. Но в это время, наряду с железом, еще очень широкое распространение в качестве поделочного материала имела кость.

Металлургическая техника железоделательного производства скифов по материалам Каменского городища на Днепре, датируемого IV в. до н. э., представляется довольно развитой. Железо добывали в сыродутных глинобитных печах. Вес криц был немного более 2 кг. Б. Н. Граков, производивший раскопки городища, считает, что сыродутная печь, раскопанная на городище, была близка к бенгальским горнам [2]. Форма бенгальского горна изображена на рис. 6, *6*.

Иная техника выработки железа была на севере. Материалы раннедьяковского поселения на дюне Умиление у Галичского озера позволяют достаточно полно представить технологию производства. Варка железа производилась в глиняных горшках с широким горлом, на мощном костре. Железная руда предварительно обогащалась, т. е. дробилась, мелко растиралась и, вероятно, промывалась. Затем руда в смеси с мелким древесным углем клалась в глиняный сосуд, который ставили в костер. Возможно, в костер каким-либо приспособлением для усиления горения и воздушной тяги нагнетали воздух. Одним из примитивных приспособлений могло быть опахало [3]. Через определенный промежуток времени после расплавления породы руды и восстановления железа глиняный сосуд вынимали из костра и разбивали. Шлак разливался, а железный комок проковывали.

Образец железного шлака с поселения на дюне Умиление был подвергнут химическому анализу [1]. Состав его оказался следующий: 18,7% SiO_2; 56,56% FeO; 13,79% Fe_2O_3; 3,28% Al_2O_3; 0,1% MnO; 3,5% CaO; 0,64% P_2O_5; 56,33% Fe общее. Перед нами типичный сильножелезистый сыродутный шлак. Его плавка в муфельной печи до жидкого состояния показала температуру около 1250°. Описанный нами способ восстановления железа благоприятствует получению сталистого железа.

Дьяковские городища до начала нашей эры еще довольно бедны железным инвентарем, но богаты костяными изделиями, изготовленными при помощи железных ножей. К середине I тысячелетия н. э. кость вытесняется железом. На позднедьяковском поселении у дер. Березняки, датируемом IV—V вв. н. э., был найден многочисленный железный инвентарь. Найдены следующие изделия: ножи (38 штук), топоры, серпы, стамески, долота, ложкарь, меч, рыболовные крючки, наконечники стрел, шилья, иглы, удила, пряжки, кольцевые застежки, кольца, пронизки и пять видов железных предметов неизвестного (специализированного) назначения [2], всего около 22 видов изделий. Большинство предметов (ножи, топоры, серпы) имеют еще типичные дьяковские формы. Обращает внимание наличие в инвентаре специализированного инструмента по изготовлению деревянной резной посуды — ложкаря и железных украшений. Следов железодобывающего производства на городище не обнаружено: как предполагает П. Н. Третьяков, плавка производилась где-то на стороне. На городище найдено много железного полуфабриката — более 50 криц; найдены они в кузнице и при входе на городище, очевидно в жилище кузнеца.

Очень интересную работу по обследованию городищ I тысячелетия н. э. на территории Белорусской ССР провела Белорусская Академия наук. Было обследовано 59 городищ, на которых обнаружены следы железоделательного производства [3].

На большинстве городищ были обнаружены только железные шлаки, но на неко-

---

[1] В. А. Городцов. Старшее Каширское городище. Известия ГАИМК, вып. 85, М.— Л., 1933, стр. 36.

[2] Б. Н. Граков. Ук. соч., стр. 47.

[3] W. Foy. Zur Geschichte der Eisentechnik, besonders des Gebläses. Ethnologica, Bd. 1, 1909.

[1] Шлак взят из коллекции ГИМ.

[2] П. Н. Третьяков. К истории племен верхнего Поволжья в первом тысячелетии н. э. МИА, № 5, М.— Л., 1941.

[3] А. Н. Лауданскі, К. М. Полікарповіч. Да гісторыі жалезнай промысловасьці на Беларусі па даных археолёгіі, Савецка краіна, 1932, № 5, стр. 55.

торых сохранились и остатки сыродутных печей. Наиболее интересные и полнее сохранившиеся печи обнаружены на городище Кимия (Борисовского района) и Лабенском (Изяславльского района). Дата этих городищ V—VII вв. н. э. Обе печи — наземные стационарные сооружения.

Прежде всего мы остановимся на выяснении типа и конструкции печи с городища Кимия. Авторы публикации пишут во введении, что для плавильной печи выкапывалась небольшая ямка и вымазывалась слоем глины. Затем приводятся размеры печи и чертеж. Высота печи около 70 см и ширина до 90 см. Как видно по рисунку и описанию[1], эта печь представляет собой глинобитное сооружение, свободно стоящее на материке, даже немного выше, уже на культурном слое (заштрихованная вокруг печи земля представляет собой культурный слой, в котором была найдена печь, подобно и печи Лабенского городища). Печь городища Кимия стоит даже выше над материком, чем печь с Лабенского городища. Описание этому не противоречит, только остается непонятным, для чего выкапывается ямка (кстати, это относится и к печи с Лабенского городища). В нашей археологической литературе эту печь представляют в виде ямы, вырытой в земле и обмазанной глиной[2], причисляя ее к типу так называемых волчьих ям. Но так как тип обеих печей и их залегание в культурном слое совершенно одинаковы и различие только в их форме, мы имеем все основания считать печь из Кимии наземным стационарным сооружением. Печь с городища Кимия цилиндрическая, а печь с Лабенского городища куполообразная.

Печь с Лабенского городища имела следующее устройство. Наземная, полусферической формы печь стояла на толстой глинобитной площадке на уровне дневной поверхности (рис. 2, *1*). Диаметр печи около 60 см, высота (внутри) 35 см. Печь глинобитная, с толщиной стенок 5—7 см. Вокруг печи было разбросано большое количество шлака. Печь сохранилась в полуразрушенном состоянии. Лявданский считает, что данный тип печи служил только для одного процесса, так как для вынимания крицы печь должны разрушать. Это не верно. Перед нами уже стационарная глинобитная печь обычной куполообразной формы, но только малых размеров. Подобные печи были найдены еще и на других городищах Смоленщины VI—VII вв. У некоторых из них высота (внутри) доходит до 47 см и диаметр до 63 см.

Наземная печь цилиндрической формы с городища Кимия стояла на толстом глинобитном основании на уровне древней поверхности (рис. 2, *2*). Диаметр печи около 90 см, сохранившаяся высота стенок 70 см. Печь глинобитная. Вокруг печи было разбросано большое количество шлака. Попадались куски весом до 2 кг. Печь сохранилась в полуразрушенном состоянии. Лявданский о дутьевом и кричном отверстиях ничего не говорит.

Б. А. Рыбаков, описывая печь с Лабенского городища, справедливо представляет

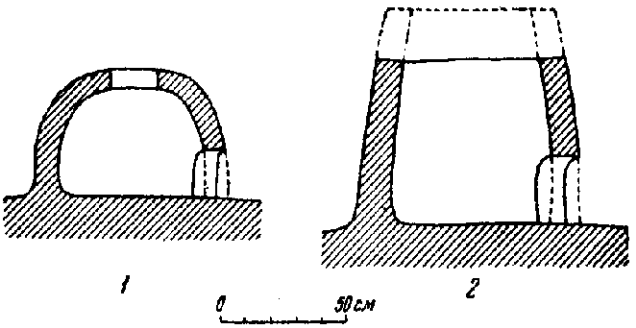


Рис. 2. Сыродутные горны

1 — Лабенское городище; *2* — городище Кимия

ее как наземное сооружение, но датирует ее X в. Авторы публикации, А. Н. Лявданский и К. М. Поликарпович, эту печь, как и другие печи, датируют временем до VII в. включительно. Мною, в порядке проверки даты, внимательно изучен опубликованный материал, найденный на Лабенском городище в связи с печью. Этот материал (например серпы) типологически также датируется не позже, как VII—VIII вв. Заметим, что наземные глинобитные печи, вероятно подобной же формы, обнаружены в Пскове и датируются VIII в.

Следовательно, время появления наземных глинобитных (возможно и каменных) печей на территории Восточной Европы мы должны с X в. перенести по крайней мере к середине I тысячелетия н. э. Известные

[1] А. Н. Лауданскі, К. М. Полікарповіч. Ук. соч., стр. 70—72, рис. 7.

[2] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 128.

нам крицы с Березняковского городища в виде округлых плоских болванок диаметром 10—15 см и толщиной 3—4 см получены вероятнее всего в небольших наземных стационарных шахтных печах.

Итак, обзор довольно фрагментарных данных о металлургии железа и стали на территории Восточной Европы в первое тысячелетие до н. э. и в первые шесть-семь веков н. э. показал, что ко времени образования древнерусского государства технический уровень производства железа на всей территории Восточной Европы стоял на достаточно высокой ступени развития. Повсеместное распространение железных руд способствовало развитию местной металлургии, которая обеспечивала в достаточной мере металлом развивающееся хозяйство восточноевропейских племен, их местную культуру и технику.

Не позднее V—VII вв. в центральной и северной полосе Восточной Европы произошел переход к более продуктивным наземным сыродутным печам. Металла стало больше, и качество его стало лучше. Изучая железный инвентарь дьяковских, и в том числе позднедьяковских городищ, мы наблюдаем на всех изделиях еще экономию металла. В конструкции, форме и размере железного инвентаря отражена еще очень высокая ценность железа и тем более стали. Нам плохо известна номенклатура и формы большинства орудий труда, оружия и инструмента VII—VIII вв., времени, когда происходил процесс перехода от старой дьяковской сельско-общинной техники к новой городской ремесленной технике. Но уже в IX в. и особенно в X в. древнерусская металлургическая и металлообрабатывающая техника предстает перед нами с высокоразвитой технологией, обильной и разнообразной продукцией и сложными формами изделий.

Технический прогресс, происшедший в VII—VIII вв. довольно быстро и бурно, заключался в овладении сталью (техникой производства и разнообразной термической обработкой), усложнении ковочной техники, сварки и паяния и, наконец, в развитии новых конструкций и форм большого количества орудий труда, оружия и инструментов.

Основным и единственным источником для изучения техники древнерусской металлургии железа и стали является археологический материал. На ряде древнерусских городищ и селищ раскопаны остатки железоделательных производственных сооружений, которые дошли до нас, как правило, в разрушенном состоянии. Гораздо больше сохранилось отходов металлургического производства в виде железных шлаков. В городах и особенно городищах мы встречаем как сыродутные, так и кузнечные шлаки, которые говорят о местном производстве железа и стали и широком распространении металлообрабатывающего ремесла.

ГЛАВА II

ПРОЦЕСС

Техника металлургического производства древней Руси состояла в прямом восстановлении железной руды в металлическое железо и, при дальнейшем производстве стали, в насыщении железа углеродом. Этот способ производства железа и стали, носящий в историко-технической литературе название сыродутный [1], был крупнейшим изобретением в истории человечества и на протяжении почти 3000 лет, до появления чугунолитейной техники, являлся единственным способом получения черного металла.

Суть сыродутного процесса заключается в следующем.

1. В сыродутную печь загружается мелко измельченная железная руда в смеси с древесным углем.

2. В результате горения угля образующаяся и нагреваемая до высокой температуры окись углерода [1] поднимается вверх, нагревает вышележащие руду и уголь и вступает с ними в соответствующие химические реакции.

3. Окись железа в руде восстанавливается до металлического железа, в это же время порода руды шлакируется и отделяется от металла. Образующийся жидкий шлак

[1] Термин «сыродутный» появился в XIX в., когда в домнах стали применять нагретое дутье.

[1] При реакции горения образуется углекислота (CO_2), которая в присутствии угля и высокой температуры немедленно переходит в окись углерода.

стекает на дно печи, а восстановленные зерна железа, опускаясь по мере выгорания угля в низ печи, слипаются и образуют крицу, которая остается еще пропитанной некоторым количеством расплавленного шлака.

В археологической и историко-технической литературе при описании сыродутного производства железа многие авторы очень часто неверно представляют сущность сыродутного процесса и смешивают температуру, нужную для восстановления окиси железа в металлическое железо, с температурой, необходимой в сыродутной печи для отделения породы руды от закиси железа и образования сваренной крицы.

Например, Б. Е. Деген-Ковалевский в очень интересной и обстоятельной работе о железном производстве в Свании пишет: «...в сыродутном процессе происходит не расплавление жидкого (? — *Б. К.*) железа, для чего потребна температура 1600° (1528°.— *Б. К.*), а восстановление окисью углерода окиси железа при практической температуре около 900°, при которой восстановленные мельчайшие капельки (?? — *Б. К.*) железа приобретают тестообразную консистенцию и в таком состоянии стекаются в губчатый комок более или менее чистого железа, перемешанный со шлаком и носящий название крица» [1].

Итак, читатель узнает, что практическая температура в печи «около 900°» и восстановленное железо в тестообразной консистенции стекает в низ печи, образуя крицу. Оба эти положения ошибочны. Во-первых, при температуре 900° произойдет только восстановление окиси железа. Восстановленное металлическое железо будет находиться в твердом состоянии и останется в механической смеси с твердой породой руды. Во-вторых, чтобы «мельчайшие капельки железа» приобрели размягченную тестообразную консистенцию и в таком состоянии стекались в губчатый комок, нужна температура, очень близкая к точке плавления железа, т. е. примерно 1450—1500°.

Такие же ошибки допускают А. Н. Лявданский и К. М. Поликарпович в очень ценной работе о железном производстве в Белоруссии [2]. Течет «растопленное железо» по «капальцам» и у Ф. Н. Молчановского [1]. Вообще подобные описания сыродутного процесса мы встречаем у большинства как наших, так и зарубежных археологов.

Поэтому для более ясного понимания вопроса производства железа остановимся коротко на теории процесса прямого восстановления железа из руды [2].

Как я уже говорил, окись железа в любой руде, кроме восстановления в металлическое железо, нужно еще отделить от различных примесей, сопровождающих ее в руде. Прежде выясним, в какой среде и при каком температурном режиме происходят реакции восстановления железа и ошлакования породы.

1. Изобилие угля в печи создает атмосферу, богатую окисью углерода.

2. Конструкция печи — низкая шахта, высотой не более 1 м, а иногда и ниже. Поэтому искусственное дутье даже примитивными мехами создает при горении угля высокую температуру во всем пространстве печи. Академик А. А. Байков считает, что температура горения угля в сыродутной печи должна быть не ниже 1300—1350° [3]. При малом объеме печи, а главное небольшой ее высоте, температура в значительной части пространства печи будет выше 1100°. Следовательно, загружаемая руда попадает сразу (не считая короткого времени нахождения руды у колошника, где температура, конечно, будет несколько ниже) в область высоких температур, и все химические превращения в руде будут происходить при этих температурах.

В этих условиях происходят следующие реакции.

I. Восстановление окиси железа руды до металлического железа. Восстановление слагается из последовательно идущих реакций:

$$3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2 + 23039 \text{ калорий}$$
$$2Fe_3O_4 + 2CO = 6FeO + 2CO_2 - 12602 \text{ калории}$$
$$6FeO + 6CO = 6Fe + 6CO_2 + 9042 \text{ калории}$$
$$3Fe_2O_3 + 9CO = 6Fe + 9CO_2 + 19279 \text{ калорий}$$

[1] А. А. Иессен, Б. Е. Деген-Ковалевский. Из истории древней металлургии Кавказа. 1935, стр. 288.

[2] А. Н. Лауданскі, К. М. Полікарповіч. Ук. соч., стр. 59.

[1] Ф. Н. Молчановский. Обработка металла на Украине в XII—XIII вв. по материалам Райковецкого городища. ПИДО, 1934, № 5, стр. 83.

[2] Теорию процесса я излагаю по работе академика А. А. Байкова, Физико-химические основы способов прямого восстановления железа из руд. Производство губчатого железа. Под редакцией Траутмана. Металлургиздат, 1933, стр. 19—47.

[3] Это подтверждается и составом шлака.

II. Соединение закиси железа с кремнеземом, глиноземом и другими окислами руды (т. е. процесс ошлакования).

III. Поглощение твердым металлическим железом твердого углерода.

Разберем эти реакции в отдельности.

А. Реакция восстановления окиси железа начинается при температуре в 450—500° и протекает тем интенсивнее и полнее, чем выше температура в печи. Температуры около 900° вполне достаточно, чтобы полностью восстановить окись железа в металлическое железо. При этой температуре восстановленное железо останется в твердом состоянии [1].

Б. В сыродутной печи отделение пустой породы от железа возможно только путем ее расплавления. Кремнезем, глинозем и другие примеси, каждая в отдельности, плавятся при очень высоких температурах (например, глинозем при 2050°, кремнезем при 1710°, жженая известь при 2572°). Но возможно расплавление их и при более низких температурах путем так называемого ошлакования, т. е. соединения их между собой или с каким-либо определенным веществом. Например, соединение в определенных пропорциях кремнезема и жженой извести может уже плавиться при температуре около 1200°. В условиях сыродутного производства ошлакование кремнезема и других примесей производится закисью железа. Самая низкая температура, при которой может начаться ошлакование, т. е. соединение окиси железа и кремнезема [2], это температура в 1130°. При такой температуре начинает образовываться жидкий шлак определенного состава. Кремнезема должно быть около 42%. При других соотношениях кремнезема и закиси железа в составе шлака, температура его плавления будет выше. Если в шихте дополнительно еще имеется и известь, то температура начала реакции между закисью железа, кремнеземом и известью, т. е. образования жидкого тройного сплава-шлака, понижается, и при содержании 8% извести температура плавления шлака будет равна 1030°.

При этой минимальной температуре в 1030°, при условии наличия указанных пропорций кремнезема и извести, часть окиси железа, восстановившись до закиси, образует с породой руды жидкий шлак. Другая часть окиси железа восстанавливается затем в металлическое железо. Но при этой температуре восстановленные зерна и кусочки железа не связываются, т. е. не образуют крицы. Чтобы получить монолитную крицу, т. е. сварить в одну массу большое количество восстановленных зерен железа, находящихся в твердом состоянии, нужна температура не ниже 1300—1400°. И такая температура практически всегда была в сыродутных печах древних металлургов. Именно по причине высокой температуры в печи происходит переход значительной части железа в шлак, но при этом не нужно забывать, что некоторое количество железа необходимо для образования самого шлака. Жидкий шлак чем выше нагревается, тем более растворяет в себе закись железа.

Химический анализ древнерусских шлаков (см. ниже) обнаружил в их составе очень большой процент железа (около 50%) и малый процент кремнезема, глинозема и извести. Конечная температура образования подобного шлака была около 1300—1400°. Проведенный мною опыт расплавления древнерусского шлака (из Старой Рязани) в муфельной печи показал температуру его плавления около 1400°.

В. Реакция поглощения железом углерода начинает происходить при температуре 906° и протекает довольно медленно. Так как металлическое железо при сыродутном процессе всегда остается твердым и смочено сильножелезистым жидким шлаком и в соприкосновении с твердым углем в общей сложности находится непродолжительное время, то процесс науглероживания бывает очень замедленным, и углерод в железо обычно диффундирует в очень небольших количествах [1].

---

[1] Термин «твердый» я применяю условно, чтобы оттенить, что железо находится не в жидком или тестообразном состоянии. Под тестом я понимаю густую массу, подобную сделанной из сыпучего вещества, смешанного с жидкостью, например, мучному, цементному, гипсовому тесту. Конечно, при температуре 1100—1300° металл приобретает определенную пластичность и текучесть, но они до такой степени еще незначительны, что металл не может ни течь, ни расплываться, ни капать. При этой температуре металл может изменять первоначальную форму лишь под большим давлением, например под ударами молотом.

[2] Для упрощения описания реакции принимаем во внимание в руде только кремнезем — SiO_2.

[1] За исключением специального процесса, рассчитанного на производство стали.

Описанные выше реакции протекают в печи в следующей последовательности. Окись железа руды восстанавливается до закиси железа. Как только образуется закись железа, кремнезем и другие примеси руды соединяются с закисью железа и образуют жидкий сплав (шлак), который стекает в низ печи. Неошлаковавшаяся часть закиси железа восстанавливается далее до металлического железа, которое, в зависимости от времени пребывания в печи и соприкосновения с твердым углем, в той или иной мере может науглероситься.

Таким образом, мы видим, что потеря при сыродутном процессе большой части железа руды в шлак, доходящая до 50%, а иногда и выше, является неизбежной и вытекает из существа самого процесса. Причинами этого являются: 1) присутствие в руде пустой породы и 2) слишком высокая температура во всем пространстве печи. Отделение пустой породы руды от восстанавливающегося железа возможно только путем ошлакования ее закисью железа, поэтому часть железа уходит на эту реакцию. Образовавшийся шлак, находясь в печи и нагреваясь выше, продолжает растворять в себе закись железа до тех пор, пока его не выпустят или пока не прекратится процесс. При этом дополнительно теряется еще часть железа.

ГЛАВА III

ПЕЧИ

Для технической реконструкции древнерусской сыродутной печи и домницы археологические находки, как выше уже говорилось, материала дают нам мало.

Отдельные находки шлака на городищах, иногда даже больших его скоплений в виде куч или обширных площадей, кроме подтверждения местного производства железа и способа его получения, едва ли что-либо еще могут сказать. Но на нескольких древнерусских городищах до нас дошли остатки сильно разрушенных сыродутных печей [1]. Поэтому ознакомимся с ними более подробно.

Псков. Раскопки производила в 1948 г. С. А. Тараканова [2]. В псковском кремле на месте древнего городища были вскрыты остатки сыродутных печей. Печи находились в самом поселении и стояли на поверхности земли. Судя по их основанию, печи были свободностоящие сооружения, круглые в плане, диаметром около 1 м. Основанием печи служила вымостка из булыжных камней, обмазанных глиной. Основания печей были сильно обожжены. Шахта печи была, вероятно, глинобитная, так как на основании и вокруг горна был обнаружен большой завал прожженной глины с остатками кусков истлевшего дерева. Тут же на основании печи найдено большое количество шлака. Вокруг печей также находился шлак и попадались куски руды. Перед вымосткой основания одной из печей находился в северной части предгорновой выем. Печи датируются стратиграфически VIII веком. Рядом с группой печей обнаружены остатки жертвенников.

Кузнецовское городище. Раскопки произведены сотрудниками Воронежского областного музея Н. В. Валукинским и И. Д. Смирновым [1]. Славянское городище IX—X вв. расположено на реке Воронеже, в пяти километрах выше г. Воронежа. Среди множества жилищ полуземляночного типа встречено несколько сооружений с остатками металлургического и металлообрабатывающего производства. Эти сооружения, названные авторами раскопок мастерскими, представляют собой прямоугольные ямы глубиной от 0,5 до 1,0 м, с остатками на дне ямы плавильной печи, множества руды, шлака, криц и кусков железа. Судя по остаткам дерева и угля, землянки имели деревянные стены и перекрытия. В одной из

[1] Редкость их обнаружения объясняется слишком малой изученностью древнерусских городищ и селищ. Кроме того бо́льшая часть материалов уже произведенных раскопок не опубликована.

[2] С. А. Тараканова. Отчет о раскопках в Пскове в 1948 г. Архив ИИМК АН СССР, № 218.

[1] П. П. Ефименко и П. Н. Третьяков. Древнерусские поселения на Дону. МИА, № 8, Москва, 1948, стр. 102.

мастерских размером 3,5 × 3,7 м, на полу, на небольшом земляном возвышении диаметром около 1 м и высотой до 15 см, находился очаг, т. е. плавильная печь, остатки которого в виде развала большого количества известняковых плит правильной формы находились тут же. В разных местах ямы находилось большое количество шлака и кусков железной руды. В описании мастерской авторы публикации (П. П. Ефименко и П. Н. Третьяков) пишут: «...возвышение с небольшим углублением в центральной части. В углублении было найдено несколько кусков глиняных «приемников» для кричного железа»[1]. Что представляют собой эти приемники железа, авторы не говорят. Вероятно, это были глиняные сковороды, которые после окончания процесса вынимали из печи вместе с крицей. На дне другой подобной землянки было собрано до 80 кг шлака.

Стерженское городище. Раскопки производила С. А. Тараканова[2]. Городище расположено на северном берегу оз. Стерж, при впадении в него Волги. Дата городища XI—XII вв. У городищенского вала, близ въезда на городище, было вскрыто несколько ям, в четырех из которых были обнаружены остатки разрушенных плавильных печей. Производившая раскопки С. А. Тараканова приняла эти печи за кузнечные горны. Это ошибка, так как перед нами остатки древнерусских домниц. Одно сооружение представляло собой сильно деформированную яму диаметром около 2 м. От одной стороны ямы отходило узкое длинное углубление. У противоположной стенки ямы находилась сыродутная печь. Сохранившаяся часть ее стенки была выложена из камня и покрыта толстым слоем сильно обожженной глины. Остальная часть печи представляла собой развал камней, обуглившегося дерева и глиняной обмазки. Тут же в яме было обнаружено 11 целых железных криц и множество шлака. Много найдено керамики, сделанной на ручном гончарном круге. Другое сооружение, обнаруженное рядом, имело яму меньшего диаметра — 1,25 м, но к нему примыкала широкая продолговатая яма, являвшаяся предгорновым пространством.

Старая Рязань. Раскопки производил в 1949 г. А. Л. Монгайт[1]. На северном городище, среди ряда производственных сооружений, в том числе и гончарных горнов, обнаружены остатки домницы. Этот комплекс датируется XII в. Домница представляла собой землянку в плане прямоуголь-

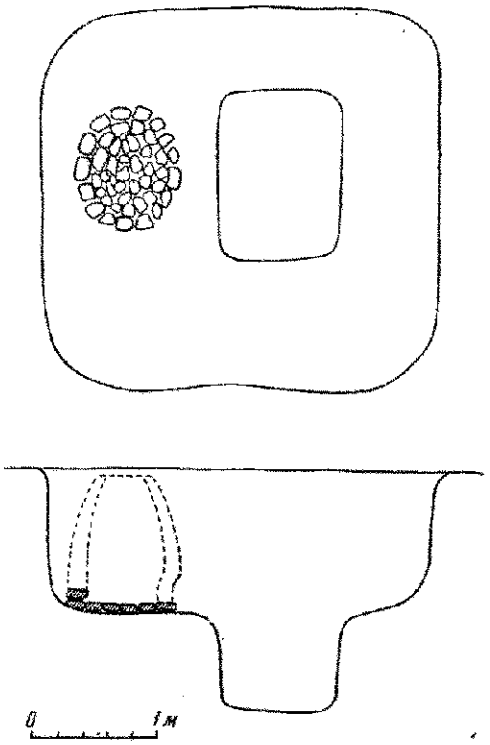


Рис. 3. Сыродутная печь с городища Старая Рязань

ной формы, с округлыми углами размером 3,2 × 3,4 м и глубиной около 1 м (рис. 3). На дне землянки, у северной ее стенки, стояла глинобитная плавильная печь. Остатки ее сохранились в виде овального основания размером 1,50 × 0,85 м из булыжных камней, обмазанных глиной, и большого развала сильно обожженных кусков глины и кирпича. На основании печи, кроме развала глины, находилось большое количество шлака. Южнее перед печью имелась яма (предгорновой выем) размером 1,4 × 1 м и глубиной 0,8 м. Яма была заполнена шлаком, кусками руды и большим количеством сопел, целых и в обломках. У северо-западной стенки этой ямы было особенно большое скопление шлака, причем очень легкого. Вокруг землянки обнаружено несколько

[1] П. П. Ефименко и П. Н. Третьяков. Ук. соч., стр. 104.

[2] С. А. Тараканова. Археологические разведки в Новгородских пятинах. КСИИМК, вып. XI, 1945, стр. 77.

[1] Дневник раскопок в Старой Рязани. Архив ИИМК, дело № 379.

мощных скоплений шлака. Землянка имела деревянное, обмазанное глиной перекрытие, вероятно четырехскатное. Остатки этого обрушившегося перекрытия последовательно обнаруживались в 3, 4 и 5 пластах в виде больших овальных кругов неправильной формы из глины и угля. В западной части землянки было обнаружено большое скопление битой керамики, немного угля и золы.

Городище у с. Городск, Коростышевского района, Житомирской обл. На двух городищах производили раскопки в 1939 г. М. Л. Макаревич[1] и в 1947 г. В. К. Гончаров[2]. Раскапывая позднетрипольское поселение, М. Л. Макаревич вскрыл в древнерусских слоях городища Червонная Гора несколько плавильных печей. Остатки этих печей сохранились лишь в виде одного ряда каменных плит, обмазанных сильно обожженной глиной, представляющих собой основание стенок печи. Одна из печей, круглой формы, имела наружный диаметр 0,85 м и внутренний диаметр 0,6 м. Вокруг печей было найдено множество шлаков и несколько десятков целых и обломанных сопел. Порода каменных плиток — местный гранит. Печи находились на городище у самого вала. В 1947 г. В. К. Гончаров производил раскопки на соседнем с Червонной Горой городище. Там также были обнаружены древнерусские плавильные печи (в количестве более десяти). Раскопана была только одна печь. Вокруг печи было найдено несколько криц, огромное количество шлака и несколько десятков сопел. Оба городища датируются XI—XII вв.

Прогонное поле у с. Стародворье, Ломоносовского района, Ленинградской области. Археологические разведки производил Б. А. Колчин[3]. На Прогонном поле были обнаружены остатки металлургического производства. Один из заложенных шурфов вскрыл остатки сыродутной печи. Было обнаружено глинобитное основание печи круглой формы, толщиной около 10 см, лежащее непосредственно на материке. От стен печи сохранился только один ряд плоских плит из песчаника (рис. 4). Стенки были обмазаны глиной. Наружный диаметр печи равнялся 1,1 м, а внутренний 0,7 м. В одной стороне кольца стенки плит не было, и, как затем выяснилось по глиняной вымостке, это было место груди печи. Перед печью был небольшой выем, шириной около 1 м, длиной 1,75 м и глубиной, считая от уровня лещади печи, 30 см. Выем был вымощен плитами песчаника, толщиной в 3—4 см. Внутри печи и в предгорновом выеме найдено множество шлака, древесного угля,

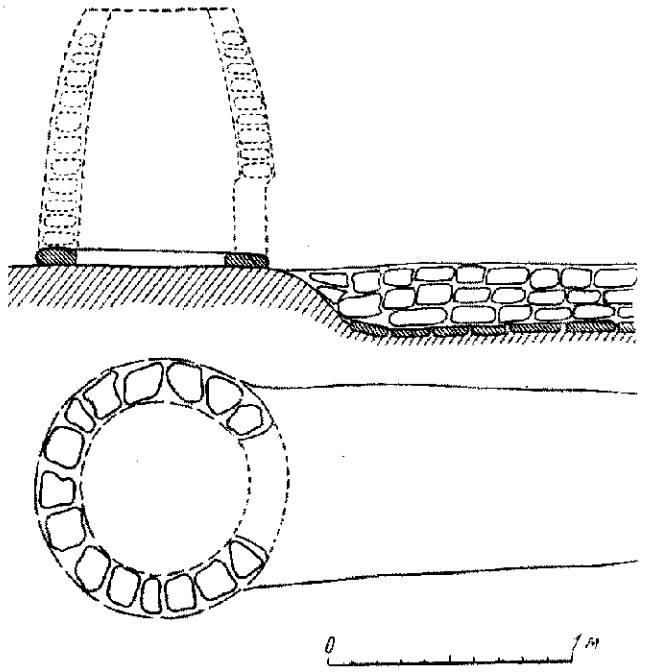


Рис. 4. Сыродутная печь с Прогонного поля

сильно обожженной глиняной обмазки и сопел. Шлака найдено около 30 кг. Попадались чушки шлака весом в 1,45 кг. Найдено более 30 фрагментов обломков сопел. Тут же было найдено около 20 обломков керамики. Керамика круговая, обычной славянской формы и орнаментации. Обнаруженную плавильную печь можно датировать домонгольским временем XII—XIII вв.

Райковецкое городище. Раскопки производил в 1932 г. Ф. Н. Молчановский[1]. В Восточной части городища на верху широкого городищенского вала, в стенах которого находились жилые постройки, была обнаружена сыродутная печь. Она по-

[1] М. Л. Макаревич. Археологический отчет о раскопках на городище Червона Гора. Рукопись любезно была предоставлена автору М. Л. Макаревичем.

[2] В. К. Гончаров. Дневник раскопок. Рукопись была любезно предоставлена автору В. К. Гончаровым.

[3] Б. А. Колчин. Отчет об археологических разведках на побережье Финского залива в 1948 г. Рукопись в архиве отдела полевых исследований ИИМК АН СССР.

[1] Ф. Н. Молчановский. Ук. соч., стр. 86.

коилась на толстом глинобитном основании, овальном в плане, размером 3 × 3,5 м. Глиняное основание в виде небольшого холма имело на вершине сильно обожженную площадку диаметром около 0,6 м, от которой, отступя 20—25 см, в разные стороны по наклону холма отходило 8 канальцев (рис. 5).

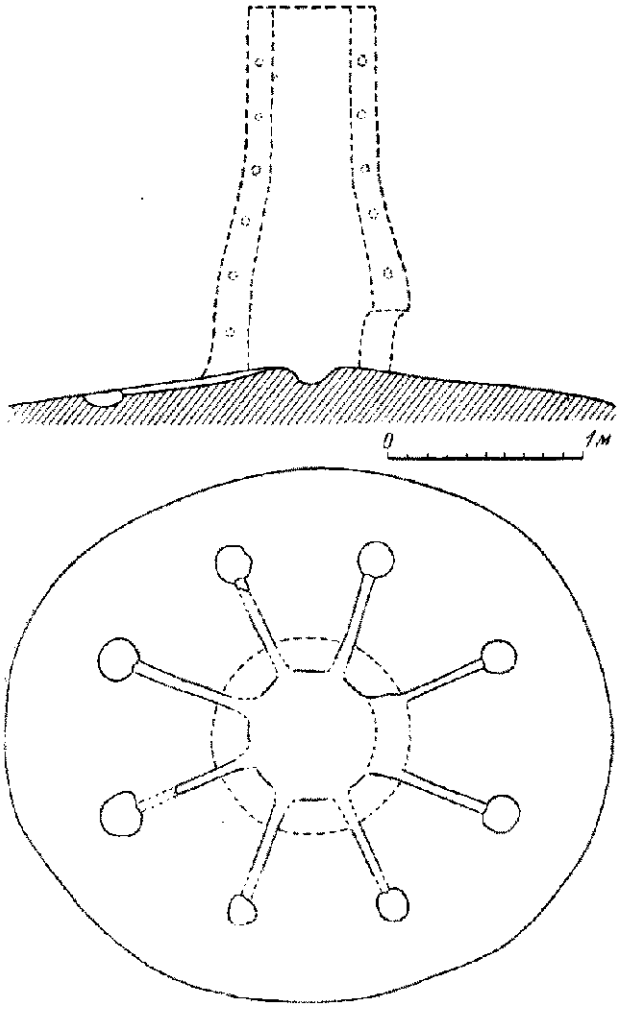


Рис. 5. Сыродутная печь с Райковецкого городища

Канальцы, шириной 6—7 см, глубиной 4—6 см, в некоторых местах сохранились на длину до 60 см. Ниже к основанию холма в конце канальцев по кругу располагалось 8 круглых углублений, диаметром 8—10 см. В этих углублениях были обнаружены «чушки» железного шлака. В середине верхней площадки было обнаружено овальное углубление диаметром около 18 см и глубиной до 10 см. Оно было заполнено шлаком и углем. В руслах канальцев было много железного шлака. Тут же на глиняном основании были обнаружены плоские куски сильно обожженной глины разных размеров, толщиной около 15—18 см с отпечатками дерева. В районе расположения печи и находившейся рядом кузницы было найдено 47 железных криц весом 5—5,6 кг. Около основания печи найдено сопло, длиной 14 см.

Кушманское городище на Чепце. Раскопки производил А. П. Смирнов. Время городища — X век. Горны были найдены в полуразрушенном виде. Сохранились только часть стенок и содержимое — шлаки, уголь и крицы. Форма горнов различна: у некоторых форма неправильного четырехугольника 1,5 × 1,2 м при высоте 1,1 м, у других — овальной формы 1 × 0,6 м при высоте 0,6 м. Стенки горна сложены из глины, закрепленной снаружи деревянным каркасом, остатки которого прослежены в ряде случаев [1]. Тут же, кроме крип, шлака и угля, были обнаружены куски известняка. А. П. Смирнов считает, что эти горны после каждого процесса разрушались для вынимания криц. Это едва ли так. Перед нами типичная наземная стационарная плавильная печь с сооружениями для колошниковой площадки. Крицы вынимали через отверстие внизу горна, следы которого могли и не сохраниться.

Итак, описанные нами развалы древнерусских сыродутных печей сохранили ряд конструктивных элементов, которые позволяют восстановить характерные признаки конструкции древнерусских сыродутных печей и домниц в целом.

1. Древнерусские домницы, как комплексное металлургическое сооружение, были двух типов:

а) сооружения наземные, т. е. такие, в которых печи стояли на уровне земли;

б) сооружения земляночного типа, в которых печи стояли на полу землянок той или иной глубины и размера.

2. Сыродутные печи были свободностоящими сооружениями шахтного типа.

3. Печи работали на искусственном дутье.

4. Печи были стационарны. Для вынимания готовой крицы они имели в передней стенке (грудь печи) специальное отверстие.

5. Печь имела в плане круглую или немного овальную форму.

6. Стенки шахтной печи делались из глины и из камня.

На основании приведенных археологиче-

[1] А. П. Смирнов. Археологические памятники на территории Марийской АССР. Козмодемьянск, 1949, стр. 98.

ских и известных русских этнографических материалов типичная древнерусская сыродутная печь вырисовывается перед нами в следующем виде.

Печь. Круглая или немного овальная в плане печь имела наружный диаметр 85—110 см и внутренний диаметр 60—80 см. Печь ставилась на основание, чаще всего сложенное из булыжных камней и обмазанное сверху глиной. Иногда основание делали просто в виде толстого слоя глины. Стенки печи складывались из камня или сбивались из глины. Толщина стенок колебалась от 12 до 20 см. Внутренняя и наружная стороны у выложенных из камня печей обмазывались толстым слоем глины. Глинобитные стенки возводились на деревянном каркасе. Следы обгорелого дерева часто видны на остатках этих стенок. В передней стенке печи на уровне лещади делалось отверстие, через которое вынимали готовую крицу. В это же отверстие вставляли сопла. Во время процесса отверстие заделывали землей, камнями и глиной. Отверстие по ширине колебалось от 25 до 50 см. Следы подобных отверстий среди древнерусского археологического материала встречены у печи с Прогонного поля, у с. Стародворье, на побережье Финского залива. Не вызывает сомнения наличие специальных устройств для вынимания готовых криц и у остальных известных нам древнерусских печей. При отсутствии подобного устройства печь должны всю или частично разрушить. Во всех известных нам случаях археологи обнаруживали следы только одного разрушения, связанного с гибелью данного памятника, а другие находки и степень обжига глиняных обмазок говорят о многократном, а иногда даже и о многолетнем использовании печи.

Неясными остаются форма колошниковой (верхней) части шахты печи и ее высота. Ранние печи с Лабенского городища и городища Кимия конструктивно довольно еще примитивны и образцом для древнерусских печей в целом служить не могут. Поэтому мы обратимся к аналогиям с археологическими и этнографическими примерами из всеобщей истории техники. Технология сыродутного производства железа в мировой технике была довольно однотипна и различалась в основном лишь своей производительностью, т. е. объемом печи и весом готовой крицы. Поэтому мы с полным основанием можем сравнить элементы металлургической техники древней Руси с подобными элементами техники других народов, даже таких отдаленных, как жителей Азии и Африки.

Археологические примеры нами выбраны с территории Восточной и Западной Европы.

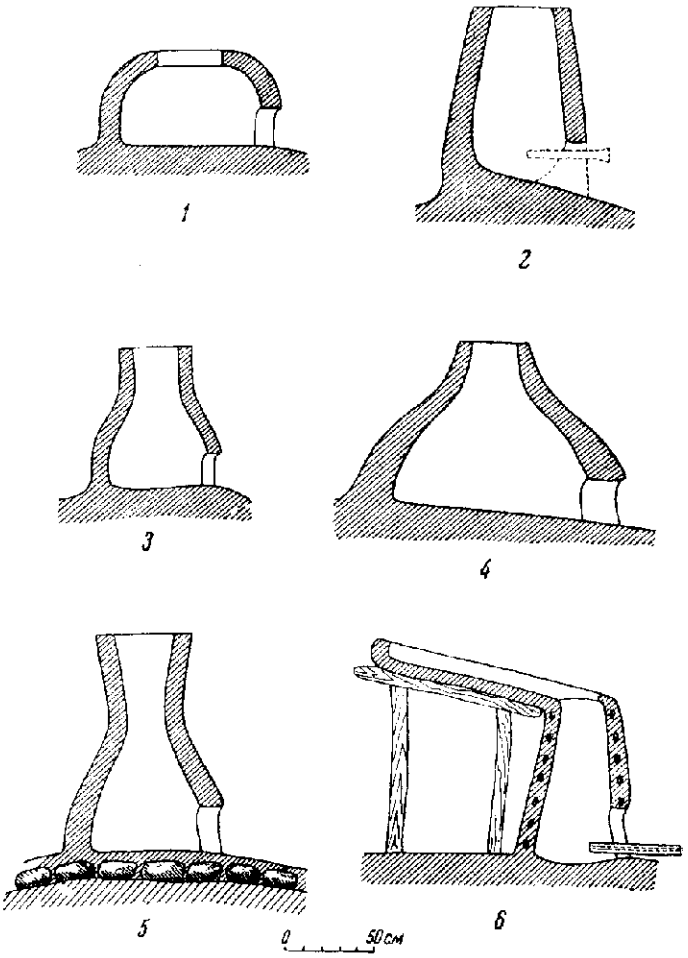


Рис. 6. Сыродутные печи

1 — Болгарское городище; *2* — Якутия; *3* — из Виклица в Чехии; *4* — из Зигерланда в Германии; *5* — из Судана; *6* — из Бенгалии

Горны с городища Великие Болгары раскопаны в 1947—1949 гг. А. П. Смирновым[1]. В домонгольском слое вскрыто несколько сыродутных горнов. Горны имели форму опрокинутой овальной чаши или цилиндра с отверстием наверху (рис. 6, *1*). Наружный диаметр горнов колебался в пределах 1,1—1,2 м. Высота горнов различна: от 0,8 до 1,13 м. Наверху некоторых горнов сохранились отверстия

[1] А. П. Смирнов. Отчет об экспедиции 1949 г. Архив ИИМК, дело № 335. А. П. Смирнов. Волжские Булгары, М., 1951, стр. 108.

диаметром около 50 см. Стенки горна глиняные, толщиной 8—10 см, ниже, у основания, 12—15 см. Стенки сильно прокалены на глубину 4—5 см. У некоторых горнов внизу стенок сохранились проемы для вынимания крицы из горна. Лещадь горна несколько шлакирована, сильно прокалена и немного наклонена в сторону отверстия. Стратиграфически горны датируются XI—XII вв.

Печь из Виклица в Чехии[1]. Сохранность хорошая. Форма печи изображена на рис. 6, *3*. Высота печи 0,8 м. Нижний диаметр 0,8 м, верхний диаметр у колошника 0,4 м. Печь сделана из глины. Датируется она первыми веками нашей эры.

Печь из Зигерланда (южная Вестфалия)[2]. Хорошей сохранности. Представляет собой небольшую шахту воронкообразной формы (рис. 6, *4*). Высота печи 1,0 м. Внутренний диаметр у лещади 1,2 м, у колошника 0,25 м. Толщина стенок у низа доходит до 25 см. Печь сделана из глины. Лещадь имеет небольшой наклон в сторону груди печи. Печь датируется первой половиной I тысячелетия н. э.

Этнографические примеры нами взяты из металлургической техники народов Сибири, Индии и Африки.

Якутский сыродутный горн. Подобные горны применяли в Якутии в бассейне рек Лютенги и Ботомы и в начале XX в.[3]. Горны представляли собой небольшие шахтные печи высотой около 1 м (рис. 6, *2*). Наибольший внутренний диаметр шахты 0,5 м. Диаметр колошника 0,25 м. В груди печи для подвода дутья, выпуска шлака и вынимания криц имелось отверстие высотой около 0,35 м. Стенки печи были глинобитные. Печь заключали в квадратный сруб размером 1,6 × 1,6 м и засыпали доверху глиной или землей. На верху сруба, на уровне колошника, образовывалась площадка, на которой лежал материал шихты (руда, уголь). Дутье вели двумя простыми мехами через сопло с наружным диаметром 4,5 см и длиной 35 см. Вес выходящей крицы был около 8 кг.

Бенгальский горн. Эти горны работали в Индии до последнего времени[1]. Они представляли собой небольшие шахтные печи высотой 0,9 м (высота доходит иногда до 1,25 м). Внутренний диаметр у лещади 0,50 м, у колошника 0,25—0,3 м. Толщина стенок 8—10 см (рис. 6, *6*). Печь делалась из глины. В груди печи для дутья и вынимания криц — отверстие. Шлаковый выпуск — с другого бока. На уровне колошника — специальная глиняная площадка для приготовления шихты. Дутье велось двумя чашечными мехами. Вес выходящей крицы 2—3 кг.

Шахтная печь воронкообразной формы из Судана. Подобные печи применялись в Судане еще до последнего времени[2]. Форма печи изображена на рис. 6, *5*. Высота печи 1,25 м. Нижний диаметр 1 м. Имеется отверстие для дутья, выхода шлаков и крицы. Дутье искусственное. Печь делается из глины.

Есть интересное изображение сыродутной печи на византийской костяной пластинке X—XI вв. Там изображена сыродутная шахтная печь высотой около 0,75 м и диаметром около 0,8 м *. Сложена печь из камня или кирпича[3].

Итак, по совокупности наших археологических материалов и привлеченных археологических и этнографических сравнений мы можем с достаточной степенью вероятности установить высоту печи и форму колошниковой части. Высота шахты древнерусской печи колебалась от 0,8 до 1,2 м. Шахта имела цилиндрическую форму, немного сходящуюся кверху. Колошник мог быть широким, открытым (подобно печи на костяной византийской пластинке) или частично перекрывающимся куполообразным сводом (подобно печи с Болгарского городища).

Исходя из этих размеров мы можем подсчитать объем древнерусской печи. Он колебался от 0,3 до 0,45 м³.

---

[1] Seehars. Prähistorische Eisen-Schmelzöfen in Wicklitz. Zeitschrift für Ethnologie, 1898. S. 189.

[2] O. Krasa. Vorgeschicht. Eisenschmelzen. Stahl u. Eisen, 1931, H. 42, S. 1287.

[3] А. А. Гайдук. Производство сыродутного железа в Якутском округе, ЖРМО. СПб, 1911, стр. 293. Е. Д. Стрелов. К вопросу об эксплуатации залежей руд по рр. Ботоме и Лютенге. Хозяйство Якутии, 1928, № 1, стр. 55.

[1] Д. Перси. Руководство к металлургии, т. II, СПб., 1869, стр. 431.

[2] K. Crawhall. Iron Working in the Sudan. MAN, 1933, март, XXXIII.

* Размер определен, исходя из пропорций с изображенными тут же человеческими фигурами.

[3] O. M. Dalton. Bizantine art and archeology. 1911, p. 235.

Воздуходувное устройство. Искусственное нагнетание воздуха в печь необходимо для: 1) повышения температуры горения, 2) интенсивного образования окиси углерода, 3) создания газовой тяги, способной пробить толстый слой шихты (равный высоте печи).

Можно сказать, что дутье — «душа» сыродутной печи. Это очень хорошо понимали древнерусские металлурги. В литературном памятнике XII в. «Слово Даниила Заточника» автор, очень часто обращаясь в своем повествовании к сравнениям из практической жизни того времени, пишет: «...не огнь творит ражежение железу, но надымание мешное; тако же и князь не сам впадает в вещь, но думци вводят...» [1]

Рис. 7. Изображение кузницы на древнерусской миниатюре

Дутьевое устройство состоит из воздуходувных мехов, нагнетающих воздух, и огнеупорных сопел, подводящих воздушную струю в печь.

Мехи. Среди археологического материала они не сохранились, так как делались, вероятнее всего, из дерева и кожи. О форме и конструкции мехов мы можем судить лишь по сохранившимся древнерусским миниатюрам, а также по античным и западноевропейским аналогиям. Во втором Остермановском томе Никоновской летописи два раза изображена кузница. Как доказал А. В. Арциховский [1], рисунки Остермановского тома более или менее точно воспроизводят предметы материальной культуры Руси XIV в. На обоих рисунках изображено по два меха (рис. 7). Они обычной клиновидной (сердцевидной) формы с трубками-соплами на концах, воткнутыми в горн. На деревянной крышке одного меха изображены две сегментовидные отдушины. Это — клапаны. Такой же клиновидный мех в кузнице изображен на миниатюре чешской рукописи (Велиславская библия), относящейся к концу XIII в. [2]

Перед нами воздуходувный мех клиновидной формы, бытовавший еще до недавнего прошлого в деревенских кузницах. Мне кажется, что без ошибки мы можем представить подобную форму меха и в изучаемый нами период. Такая форма мехов известна была в античности, во II—I вв. до н. э. [3] и в Западной Европе в средние века [4].

Чтобы поток воздуха при нагнетании простыми мехами был непрерывен, должны работать два меха. На миниатюре Никоновской летописи художник изобразил именно такое сочетание. Приводятся в движение мехи непосредственно от руки. Еще в XX в. в Якутии при сыродутном производстве железа применяли такие же мехи, приводя-

[1] Слово Даниила Заточника, под ред. Н. Н. Зарубина. Лгр., 1932, стр. 25, § XXXIII.

[1] А. В. Арциховский. Древнерусские миниатюры как исторический источник. М., 1944, стр. 44 и 77.

[2] L. Niederle. Slovanské starozitnosti, Praha, 1921, т. III, стр. 232.

[3] L. Beck. Die Geschichte des Eisens. Braunschweig, 1891, стр. 542.

[4] Теофил при описании мастерской златокузнеца упоминает мех у кузнечного горна в виде мешка из бараньей шкуры. Но в то же время органные мехи и мехи у бронзолитейной печи он описывает клиновидной формы, подобной нашей. W. Theobald. Technik des Kunsthandwerks in zehnten Jahrhundert. Berlin, 1933, S. 148, 152. Клиновидные мехи изображены (в сцене кузницы в повествовании о Нибелунгах) на дверях церкви в Хиллештаде. Двери датируются XII в. H. Ohlhaver. Der germanische Schmied... Lpz., 1939, S. 84. Гармоневидные мехи конической формы изображены на византийской костяной пластинке X—XI вв. Изображена сыродутная печь, которую раздувает двумя мехами женщина (сцена из Библии — Ева раздувает мехи, а Адам кует железо). O. M. Dalton. Bizantine art and archaeology, 1911, S. 235.

щиеся в движение также непосредственно от руки. Подобную установку мы представляем и для изучаемого нами времени.

Правда, в X—XI вв. в Средней Азии при производстве тигельной стали применялся другой способ привода мехов. У Бируни читаем: «и раздуть ее (печь.— *Б. К.*) румейскими мехами, каждый из которых (приводится в действие) обеими ногами» [1]. «Румейские» (римские) меха вероятнее всего предполагать как клиновидные. Осуществление ножного привода возможно или непосредственным надавливанием ногами (а следовательно и всем весом тела) на мех [2] или путем системы рычагов [3].

Изготовлялись мехи, вероятнее всего, кожевниками. Например, в XVI в. их делали только кожевники [4].

Сопла. Соплами называются трубки из огнеупорного материала, служащие для подвода из меха воздушной струи в самую печь. Среди археологического материала фрагменты сопел встречаются двух видов — цилиндрические или призматические и конусообразные (рис. 8). Диаметр дутьевого канала в цилиндрических соплах колеблется от 20 до 27 мм. Наружный диаметр равен 55—60 мм. У призматических сопел наружный размер остается тот же, т. е. 55—60 мм (рис. 9). Фрагменты конической формы, являющиеся, очевидно, мундштучной частью сопла, найдены в Старой Рязани (рис. 10).

Среди всех найденных сопел не сохранилось ни одного экземпляра в первоначальной его длине: все они являются лишь частью целого сопла. Наибольшая длина дошедшего до нас обломанного сопла равна 20,5 см. Судя по археологическим [5] и этнографическим материалам XVIII—XX вв.[6], сопла достигали длины 40—60 см. Делались они из глины, часто с примесью песка и очень мелкой гальки. Интересно отметить однообразие размеров дутьевого канала у всех древнерусских сопел. У измеренных нами более 50 экземпляров сопел с побережья Финского залива, Старой Рязани и двух городищ у Городска диаметр канала колеблется в среднем от 22 до 25 мм. Отклонения к размерам 20 и 27 мм являлись редкими исключениями.

Сопло служило лишь одну-две плавки.

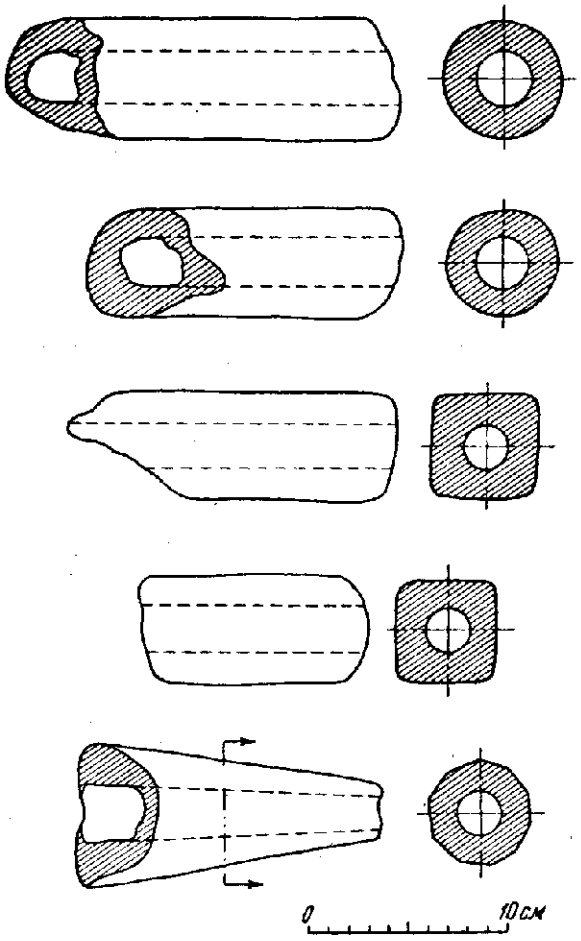


Рис. 8. Воздуходувные сопла

При разборке отверстия в груди печи оно часто разбивалось, в силу чего сопла до нас дошли только в разрушенном состоянии.

Древнерусские домницы как комплексное металлургическое сооружение в изучаемый нами период существовали двух типов: домницы с печами, расположенными в землянках, и домницы наземные.

Земляночные домницы с внешней стороны, вероятнее всего, напоминали обычные

---

[1] Б. А. Колчин. Несколько замечаний к главе «О железе» минералогического трактата Бируни. КСИИМК, вып. XXXIII, стр. 148.

[2] Подобный привод органных мехов известен в Западной Европе в XII веке (см. W. Theobald, Ук. соч., стр. 434).

[3] Наподобие привода мехов у осмундских печей в XVIII в. (Д. Перси. Руководство к металлургии, т. II, СПб., 1869, стр. 505).

[4] Б. А. Колчин. Обработка железа в Московском государстве в XVI в. МИА, № 12, стр. 204.

[5] Б. Е. Деген-Ковалевский. Ук. соч., стр. 288.

[6] А. Гайдук. Ук. соч., стр. 298

жилые землянки. Такая домница, наиболее полно сохранившаяся в Старой Рязани, реконструируется в следующем виде. Землянка прямоугольной формы с округлыми углами, размером 3,2×3,4 м и глубиной около 1 м была перекрыта, вероятно, четырехскатной крышей. Деревянная (возможно, плетеная из прутьев) крыша в противопожарных целях была обмазана с обеих сторон глиной. У северной стенки землянки, на полу, стояла одна глинобитная сыродутная печь. Над печью, в крыше, для выхода газов было устроено вытяжное отверстие. В противоположной от печи стороне был вход в землянку по деревянной лестнице. Перед печью имелся предгорновой выем глубиной 0,8 м и размером 1,4×1 м. Он создавал удобство в работе при разжигании печи, установке мехов, выемке крицы. Шихта, т. е. руда, уголь, находились снаружи землянки у вытяжного отверстия в крыше. Загрузка печи велась через это отверстие. Землянка являлась только производственным помещением. Этот тип домниц рассчитан был, вероятно, на круглогодовую эксплоатацию. Крыша землянки защищала печь и металлурга от дождей, холода и снега.

Рис. 9. Воздуходувные сопла с городища у с. Городск

Располагалась эта домница в Старой Рязани в ремесленном районе города. Имели ли домницы данного типа только по одной печи или строились и в две печи, нам неизвестно. Новгородские писцовые книги XV в., упоминающие по две печи в одной домнице, внешний облик домниц не описывают. Опыт нашей реконструкции домницы представлен на рис. 11.

Более трудно реконструировать домницы наземные. От домниц этого типа, кроме разрушенных печей, ничего не сохранилось. Русские этнографические материалы[1] XVII—XX вв. дают сыродутные наземные печи, всегда заключенные в небольшие срубы, засыпанные землей. Этим преследуется, с одной стороны, усиление стенок печи, а с другой,— удобство загрузки печи шихтой. На уровне колошника получается площадка, на которой заготовляют шихту. Подобное устройство для древнерусских печей изучаемого нами времени возможно лишь предполагать. Сооружалось ли вокруг печей какое-либо строение (крыша, сте-

Рис. 10. Конические воздуходувные сопла из Старой Рязани

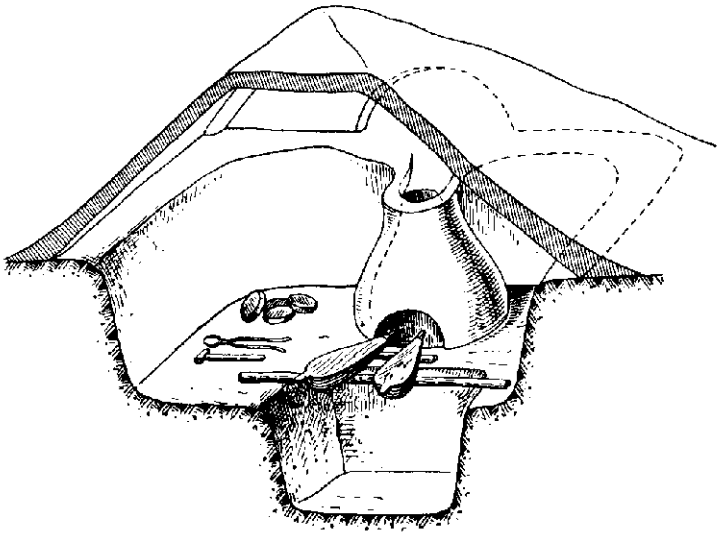


Рис. 11. Реконструкция домницы

[1] См., например, якутский (А. Гайдук. Ук. соч., стр. 293) и карельский горны (А. Фуллон. О выделке железа в сыродутных печах. СПб., 1819, стр. 4).

ны) — нам также неизвестно. Можно лишь заметить, что письменные источники XVII в. при описании домниц всегда упоминают печь или печи, находящиеся в избе или сарае.

Представить подробно режим сыродутного производства только на основании археологических памятников (даже очень хорошей сохранности) нельзя. Для этого необходим письменный источник, какого для древней Руси мы не имеем. Поэтому, чтобы хотя бы приблизительно осветить этот вопрос для изучаемого нами времени, приходится снова прибегать к этнографическим материалам. Выше уже говорилось, что якутский горн по своей конструкции, качеству железа и составу шлака очень близок к сыродутным печам древней Руси. Работа двух сыродутных горнов была подробно описана А. А. Гайдуком [1] и Харитоновым [2]. Едва ли режим производства сыродутного железа в древней Руси многим отличался от режима якутских горнов. Приведем режим якутского горна, записанный Харитоновым.

Обожженную на открытом воздухе руду измельчают в деревянном корыте и просеивают в мелком решете из прутьев, после чего руда готова к плавке [3]. Затем:

1) печь сильно протапливают сухими дровами;

2) оставшиеся угли и головешки убирают;

3) лещадь печи покрывают угольной пылью, толщиной в 1,5 вершка;

4) через колошник наполняют печь доверху древесным углем;

5) через отверстие в груди печи уголь поджигают;

6) отверстие засыпают до половины высоты землей и вставляют сопло, после чего отверстие совсем закладывают камнями и замазывают;

7) на уголь в печи, засыпанный уже до уровня колошника, насыпают еще кучку угля весом в 8 фунтов;

8) на эту кучку угля разбрасывают приготовленную руду меркой приблизительно 11—14 фунтов;

9) вставляют в сопло два меха и начинают дутье;

10) примерно через 30 мин., когда кучка угля, вследствие сгорания угля в печи, опустится до уровня колошника, насыпают такую же кучку угля и вторую порцию руды такой же меркой, как и первую;

11) примерно через 18—20 мин. засыпают третью порцию угля и руды;

12) когда она прогорит, минут через 20, засыпают четвертую порцию угля и руды;

13) примерно через 20 мин. насыпают последнюю, пятую порцию угля и руды;

14) дутье продолжают до тех пор, пока угля не останется около половины высоты печи, а затем дутье прекращают и выпускают шлак;

15) под соплом в земляной засыпке печного устья делают отверстие, через которое вытекает шлак, а после выпуска шлака это отверстие заделывают;

16) дутье продолжают, причем пламя становится ярче и светлее [1];

17) когда все угли в печи прогорят, дутье останавливают;

18) разбирают отверстие в груди печи, специальной кочергой обкатывают крицу, а затем ее вынимают клещами;

19) крицу кладут на бревно, околачивают и обжимают молотом;

20) в заключение на крице делают надруб топором и по этому надрубу определяют качество железа.

На весь процесс требовалось время 2 ч. 25 м. Работали два человека — взрослый и подросток. Руды израсходовано было 60 фунтов, крица получилась очень хорошего качества, весом 20 фунтов.

Загруженные в сыродутную печь руда, древесный уголь (иногда дополнительно шлак) и непрерывно нагнетаемый воздух в результате восстановительного процесса образуют железо (в виде крицы), шлак и выходящие газы.

Рассмотрим, какие же материалы применял древнерусский металлург и какого качества получался металл.

---

[1] А. А. Гайдук. Ук. соч., стр. 292.

[2] Е. Д. Стрелов. Ук. соч., стр. 55.

[3] Руда этого района — бурый железняк с высоким содержанием железа. Fe_2O_3 около 80—85%.

[1] Харитонов еще пишет, что, до окончания процесса, крестьянин, плавивший руду, длинной палкой через колошник несколько раз шуровал в печи, говоря, что он уплотняет крицу. Такой операции ни Гайдук, ни другие этнографы, описывавшие сыродутное производство железа, не упоминают. Поэтому я ее пропускаю, тем более что технологически она не является необходимой.

ГЛАВА IV

РУДА

Железные руды на территории древней Руси были распространены повсюду. По химическому составу в подавляющей массе это были бурые железняки (лимонит). Эта руда, в зависимости от образования, встречается в трех основных видах: собственно бурый железняк, болотная или луговая (дерновая) руда и озерная руда.

Собственно бурый железняк представляет собой минерал (химический состав $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$), смешанный с кремнеземом (SiO_2), глиноземом (Al_2O_3), известью (CaO) и другими породами и примесями. Залегает он пластами разной мощности, часто выходящими на дневную поверхность земли.

Болотная или луговая руды являются вторичными образованиями конкреционного происхождения. Растворенные части первичного месторождения, в частности соли железа, попадают в грунтовые воды и, при условии значительной концентрации, осаждаются в рыхлых поверхностных наносах, собираясь в виде линз, почек, гнезд. Встречаются эти руды в низменных заболоченных или очень влажных местах, в долинах рек или озер.

Озерные руды являются также вторичным образованием осадочного происхождения. Те же растворенные части переносятся реками в водные бассейны (например в озера) и здесь, при условии значительных концентраций или вследствие деятельности микроорганизмов, образуют залежи. Встречаются эти руды на дне неглубоких озер недалеко от берегов.

Болотные и луговые руды, принадлежащие к группе экзогеновых образований, при своем генезисе очень часто концентрируют вместе с окислами основного металла небольшое количество окислов других металлов, как то: титана, никеля, молибдена, хрома и других. Условия образования этих окислов такие же, как и железных. Часть этих металлов, восстановленных вместе с железом, переходит в крицу.

Наиболее широко применявшейся древнерусскими металлургами была болотная — луговая руда. Наряду с ней добывали и собственно бурый железняк в районах его выхода на поверхность земли. Б. А. Рыбаков составил карту распространения болотных, луговых и озерных руд в Восточной Европе[1]. Оказалось, что русская равнина

Таблица 1

Химический состав железных руд в процентах

Месторождение	Прокаливание	Fe_2O_3	Fe общее	SiO_2	Al_2O_3	MnO	CaO	TiO_2	P_2O_5	SO_3	MgO
Район Ладоги		50,3	35	20,73							
Речица Гомельской обл.		61,5	43,18	15,5							
Район Райковецкого городища	6,09	36,98	26,0	55,86	0,04	Следы	0,45	0,2	0,12	0,09	0,35
	6,08	39,0	27,4	53,92	—	Следы	0,25	0,27	0,15	0,8	0,43
		68,9	48,0	28,36	7,05	0,1	0,23		0,27		
Овручский район		45,8	32	38,4	3,4		0,3				
» »		28,6	20	51,2	5,2		0,75		1,27		1,77
Волынский район		69,8	48,8	15,0							
		76,0	53,0	11,6							
		51,0	35,7	17,0	20,3						
		65,3	45,6	14,8							
Украинское полесье	12,32	59,34	41,5	22,64	1,38	1,6	0,25		1,96	0,08	
	9,45	25,92	18,2	62,14	0,42	2,16	Следы		0,06	0,15	
	10,9	44,39	31	34,88	6,36	0,72	Следы		2,34	0,05	
		35,28	24,7	50,64	0,18	3,49	0,05		0,21	0,31	

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 93.

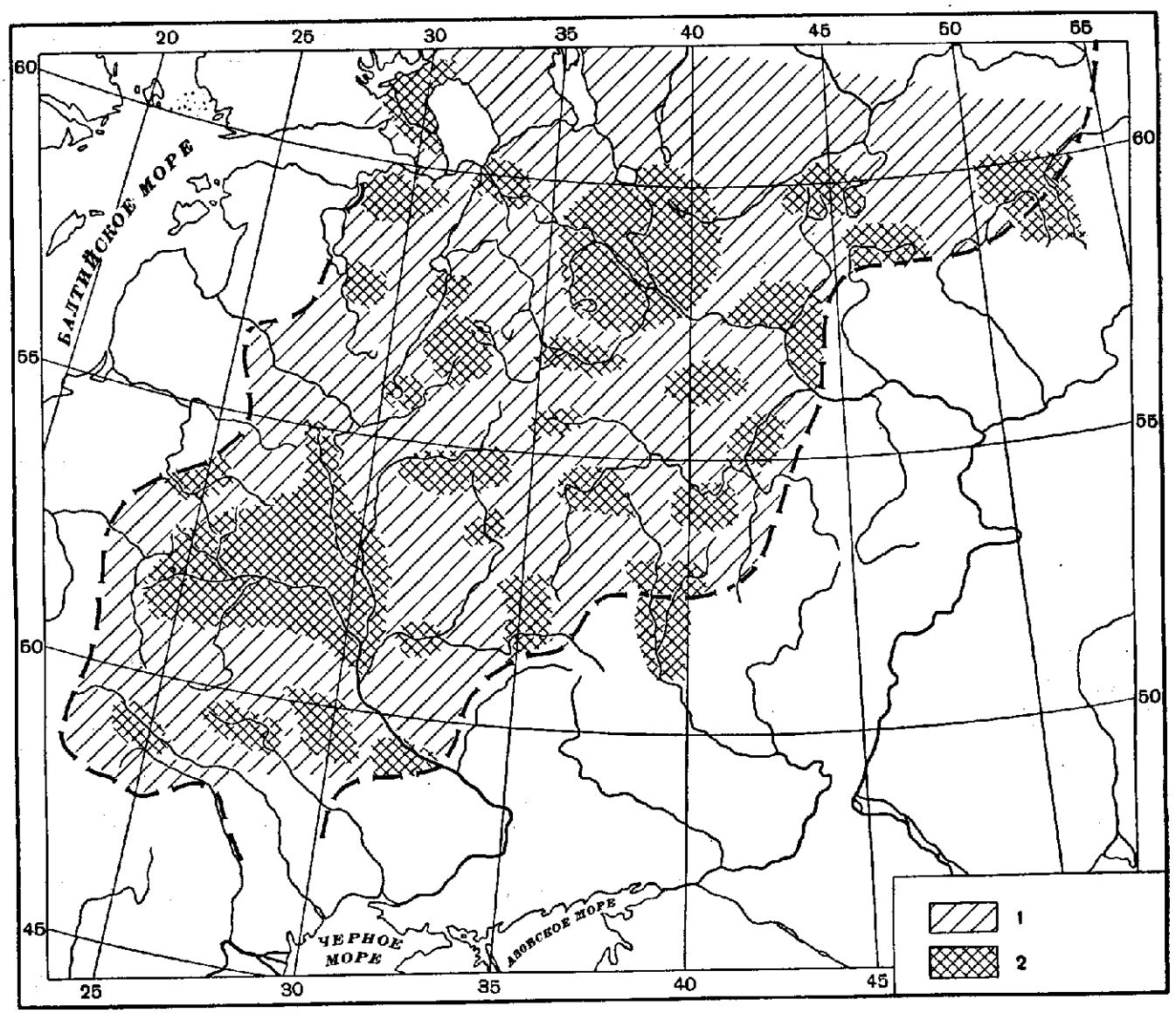


Рис. 12. Распространение болотных руд в пределах территории древней Руси

Условные обозначения: *1* — железные руды (болотные, луговые, озерные, бурый железняк); *2* — районы промышленной добычи руды, упоминаемые в письменных источниках XV — XX вв.

располагала большими, в масштабах древней Руси, запасами легко доступной железной руды. Южная граница распространения болотных руд на карте у Б. А. Рыбакова совпала с южной границей лесостепи.

Для дополнительной характеристики карты я, на основании письменных источников XV—XX вв., собрал данные о разведках или промышленном использовании болотных руд и бурых железняков в пределах территории древней Руси (рис. 12). Наши сведения полностью подтвердили основные выводы Б. А. Рыбакова и дополнительно охарактеризовали южные районы древней Руси, не вошедшие в карту Б. А. Рыбакова. Здесь так же, как и на всей территории Руси, имеются залежи болотных руд и бурых железняков неглубокого залегания.

Болотные и луговые руды являются более доступными и легко разрабатываемыми рудами, чем бурый железняк, но содержание железа в них намного меньше. В табл. 1 я привожу химический состав железных руд из разных областей, входящих в границы территории древней Руси. Химические анализы производились в конце XIX и в XX в. Исследованные руды добыты в это же время, но, вполне понятно, могут полностью характеризовать состав руд, применявшихся и в древней Руси.

Основные компоненты как болотных руд, так и бурых железняков — это окись железа и кремнезем. Кремнезем, составляя основу пустой породы руды, является легкоотделимой примесью. Большое количество кремнезема можно удалить из руды еще до процесса плавления путем размола, просеивания и промывания руды (эти операции называются обогащением руды). Глинозем в этих рудах бывает в небольших количествах, редко превышая 5—7%. Другие примеси, как то известь, окиси фосфора и серы, бывают в еще меньших количествах, чаще всего в долях процента. Все эти условия делают бурые железняки, в том числе и болотные руды, наиболее подходящими рудами для сыродутного процесса.

Бурый железняк, являющийся водной окисью железа, при восстановлении теряет воду и становится пористым, что способствует более быстрому и полному восстановлению железа.

О технике добычи и предварительной обработки руды в древней Руси письменных источников у нас нет. Поэтому приходится прибегнуть к русскому этнографическому материалу XVIII—XIX вв. Примитивная техника этого времени едва ли чем отличалась от техники добычи руды в древней Руси. Вот как описывал железорудные промыслы в 1803 г. академик В. М. Севергин: «Железные руды находятся наиболее в уездах Белозерском и Устюжском, где, лежа на самой почти поверхности земли, ...с давних времен тамошними жителями открыты... Подобно сему, в уездах Череповецком и Кирилловском, по ржавым болотам отыскиваются также железные руды, но не в большом количестве, впрочем одинакового с предыдущим качества... Руда сия есть железная земля красноватого цвета, довольно тяжелая, смешанная с черноземом; промышленники познают оную по ржавой воде и красноватому илу, выступающему на поверхность болот; тамошние жители судят также о доброте руды по роду дерев, на оной растущих; таким образом отыскиваемую под березником и осинником почитают лучшею, потому что из оной железо бывает мягче, а в таких местах, где растет ельник, жестче и крепче... Поелику руда или железная земля лежит под черноземом на аршин глубиною, то промышленники копают ямки, и вырывая из оных деревянною палкой землю, узнают доброту оной по цвету и тяжести, а найдя таковую, снимают первый слой, потом вырывают железную землю, складывают на высокие и сухие места кучами и оставляют месяца на два проветривать и просыхать» [1].

Подобное описание добычи болотной руды в районе Сестрорецка приводит В. В. Любарский: «Добываемая здесь руда есть дерновый железняк, который находится более по болотистым и сенокосным местам (луговая руда). Лежит в земле гнездами, кои здесь называют гривами: глубина месторождений от 3 до 5 четвертей, а простирание, или обширность, на 1 сажень и более. Покрышу руды составляют дерн и чернозем, а постель глина и марциальная вода. Рудные месторождения отыскиваются щупами (рожнами), а разрабатывают железною лопатою, ломом и кайлом. В сутки добывается 1 куб. саж. руды 2 человеками, что составляет весом до 1000 пудов» [2].

Не многим труднее была добыча и бурого железняка. Как я уже говорил, на территории Восточной Европы имеется много выходов бурого железняка на дневную поверхность земли. Такие выходы известны в Московском железорудном бассейне (Калужская, Московская, Тульская, Владимирская обл.) [3] и в Белоруссии (Орша, Гомель) [4]. Письменные источники XVI—XVII вв. сообщают нам о разработке этих руд местными крестьянами [5]. Разработки велись отвалами и дудками. Дудки, т. е. небольшие шахты-ямы, делались глубиной до 5 сажен. Руду поднимали наверх в корзинах воротом или вручную [6].

Более осторожно мы должны подойти к этнографическим сведениям о предварительной обработке руды, т. е. ее обогащении перед плавкой. Прежде всего мы дол-

---

[1] В. М. Севергин. О железоплавильных промыслах в Новгородской губ. Технологический журнал. СПб., 1812, т. IX, вып. 4, стр. 7.

[2] В. В. Любарский. Замечания по Райловскому заводу. Горный журнал, 1826, кн. XII, стр. 120.

[3] П. Земятчинский, Железные руды центральной части Европ. России. Труды СПб. об-ва естествоиспытателей. СПб., 1889, т. XX.

[4] Бліодухо. Рэгістрацінны спіс карысных выкапняу, БССР, Минск, 1933.

[5] Крепостная мануфактура в России. Изд-во АН СССР, Л., 1930, ч. 1.

[6] Швецов. Железные руды России. М., 1922, стр. 60.

жны решить вопрос, обогащалась ли руда в древней Руси? Зная состав применяемых руд и состав древнерусских шлаков, можем ответить на этот вопрос положительно. Основные компоненты руды и шлака — железо и кремнезем. В шлаке всегда должно быть кремнезема больше, чем в загружаемой в печь руде, а железа меньше. Обычно в сыродутных шлаках кремнезема в сравнении с рудой бывает больше в 2—3 раза, а железа меньше в 1,1—1,4 раза. Если мы сравним состав нашей железной руды в том виде, в каком она добывалась, с составом древнерусского шлака, картина получится иная. В табл. 2 дается сопоставление железа и кремнезема руды с этими же компонентами в шлаке. Данные взяты из табл. 1 и 3.

Таблица 2

Руда	SiO_2	—	—	—	—	—	11,6	15,0	14,8	28,36	38,4	55,86	62,14
	Fe общее . . .	—	—	—	—	—	53,0	48,8	45,6	48,0	32,0	26,0	18,2
Шлак	SiO_2	12,6	13,14	14,1	18,74	19,91	19,0	35,5	—	—	—	—	—
	Fe общее . . .	45,93	49,83	42,19	50,18	49,66	46,11	32,44	—	—	—	—	—

Из табл. 2 мы видим, что только в двух пробах материальный баланс может сойтись. Руда этих проб является бурым железняком с высоким содержанием железа. В остальных же пробах кремнезема в руде в несколько раз больше (а не меньше, как нужно), чем в шлаке. Как болотные руды, так и бедные бурые железняки без предварительной обработки для производства железа не пригодны. Для сыродутного процесса, дающего сильножелезистый шлак, как в нашем случае древнерусский шлак (см. стр. 41), нужна очень богатая железом руда. Для получения такого концентрата необходимо обогащение добываемых руд — болотных, луговых и бурых железняков. Поэтому древнерусские металлурги должны были обогащать железные руды, идущие в плавку. Операция обогащения являлась очень важным технологическим условием при производстве железа в сыродутных печах.

Этнографические материалы[1] упоминают следующие приемы обогащения руд: 1) просушка (выветривание), 2) обжиг, 3) размельчание, 4) промывка, 5) просеивание. Не вызывает сомнения, что эти операции применялись и в древней Руси. Получение высококонцентрированной руды не могло ограничиться только одной или двумя операциями, а требовало планомерной обработки всеми указанными приемами. Археологически известной операцией является обжиг руды. При моих археологических разведках у дер. Ласуны на побережье Финского залива[2] в одном из шурфов была обнаружена куча обожженной руды.

Для всех операций обогащения руды требуется очень простой инвентарь: для размельчения руды — деревянная колода и ступа, а для просеивания и промывания — деревянное решето (сетка из прутиков).

Высокую температуру и обилие окиси углерода при горении в печи может давать только высококалорийное топливо, которое в тоже время должно быть и легкодобываемым. Таким топливом в древней Руси мог быть только древесный уголь.

---

[1] А. А. Гайдук. Ук. соч., В. М. Севергин. Ук. соч., Е. Д. Стрелов. Ук. соч., Д. Перси. Ук. соч.

[2] Б. А. Колчин. Отчет об археологических разведках на побережье Финского залива в 1948 г. Архив Комитета полевых исследований ИИМК АН СССР.

ГЛАВА V

ТОПЛИВО

Обилие леса и простота техники углежжения обеспечивали древнерусскую металлургию дешевым и качественным топливом. Пережог дров на уголь совершался, вероятнее всего, в так называемых угольных ямах. Ямный способ выжига угля является наиболее древним и заключается в том, что в удобном месте вырывается яма, куда складываются поленья и сучья деревьев. Яма плотно закрывается снаружи дерном и замазывается глиной; лишь наверху кучи, в центре и в боках ямы оставляют небольшие отверстия для слабого притока воздуха. Угольщик поджигал дрова и давал им всем частично сгореть при слабом доступе воздуха. Когда температура повышалась, все отверстия плотно закрывались, дровам давали полностью обуглиться и образовавшемуся в яме углю затем давали остыть. Все искусство при углежжении заключается в регулировании доступа воздуха. Процесс углежжения в зависимости от количества дров длится от нескольких дней до месяца и более. Такой способ углежжения применялся в России еще в XVIII—XIX вв.[1] Выход угля при ямном способе по объему составлял около 30—33%, а по весу не выше 12%.

Расход угля при сыродутном процессе в шахтной печи нашего типа должен составлять не менее 3,15 единицы на 1 единицу полученного железа[1]. Практически же это отношение бывает выше.

В древней Руси при достаточно большом объеме сыродутной печи вес крицы был непропорционально мал, крица не превышала в весе 5—6 кг. Но независимо от этого все внутреннее рабочее пространство печи должно было заполняться углем. По этой причине отношение количества угля к весу крицы значительно повышалось, достигая вероятно 8—10-кратности. Таким образом нам легко приблизительно определить, что на 1 пуд кричного железа шло не менее 3—4 м³ дров.

Нами было произведено анатомическое исследование двух образцов древнего угля. Эти образцы сохранились в шлаке. Один образец происходит с побережья Финского залива (Прогонное поле) и другой с Кушманского городища. Оба образца определены как Pinus silvestris, т. е. обыкновенная сосна, но вероятно применялись в железоделательном производстве и другие сорта угля, например на юге Руси.

ГЛАВА VI

ШЛАКИ

Выше мы выяснили, что отделение пустой породы руды от железа происходит путем ошлакования ее закисью железа. Для этого необходимо, чтобы процесс ошлакования происходил ранее процесса восстановления закиси железа до металлического железа, для чего нужно, чтобы во всем рабочем пространстве печи температура была выше 1100°. Эти условия и предопределяют состав выходящих шлаков.

Основным компонентом сыродутного шлака является закись железа[2]. Ее количество в шлаке часто доходит до 75%. На втором месте всегда стоит кремнезем. Другие окиси — глинозем, окись кальция, окись марганца, так же как и кремнезем, целиком переходят в шлак, редко составляют в сумме даже 50% состава шлака.

Нами был сделан химический анализ 12 проб древнерусских шлаков[2]. Пробы шлака были взяты с шести археологических памятников. Результат анализа (табл. 3)

---

[1] Крепостная мануфактура в России, ч. II, Изд-во АН СССР, 1931, стр. 12, 71.

[2] Анализ древнерусских шлаков в настоящее время дает и окись железа. Это объясняется окислением закиси железа при длительном лежании шлака в земле.

[1] А. Байков. Ук. соч., стр. 25.

[2] Анализ производился в лаборатории аналитической химии Института стали имени И. В. Сталина под руководством проф. А. М. Дымова.

Таблица 3

Результаты анализа древнерусских шлаков в процентах

№ п/п.	Местонахождение	SiO_2	Fe общ.	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	MnO	CaO	P_2O_5	Время
1	Гочево	19,91	49,66	43,33	27,72	2,98	0,98	5,84	1,74	
2	Новгород	14,10	42,19	13,93	46,96	2,92	0,21	4,73	1,64	XIV
3	Вышгород	6,12	64,55	53,90	38,61	0,54	0,05	4,66	1,00	XII — XIII
4	Городск	18,74	50,18	52,39	16,42	2,22	0,6	3,50	3,3	XII — XIII
5	Городск	13,33	38,57			2,02	5,03	5,70	4,95	XII — XIII
6	Райки	52,0	17,94			4,34	0,17	3,97	1,08	XIII
7	Старая Рязань	15,39	56,88	57,88	23,49	3,52	1,92	4,18	0,59	XII
8		12,6	45,93			3,8	1,27	2,53	2,11	XII
9		16,07	58,15	68,73	7,64	4,48	0,86	1,86	0,92	XII
10		19,0	46,11	41,11	20,93	4,54	1,29	3,01	3,41	XII
11		12,73	54,69	55,43	17,42	2,90	0,90	3,90	1,67	XII
12		13,14	49,83	43,72	23,42	3,55	1,77	3,50	6,53	XII
13	Кушманское городище	35,50	32,44	34,81	11,61	8,02	0,19	5,36	0,56	X

нам показал, что это — сыродутные кислые шлаки обычного состава.

Для относительной характеристики древнерусского шлака мы составили таблицу содержания общего железа в сыродутных шлаках железоделательного производства античности, раннего средневековья и XVIII—XX веков (табл. 4).

Анализируя эти данные, мы видим, что средний процент железа в шлаке колеблется от 40 до 50%. Шлак такого состава давали сыродутные печи Зигерланда (позднее латен), Норика (Римская империя), Свании (средневековье), Белорусского полесья в XVIII в., Якутии в XX в. и, наконец, древней Руси. Это однообразие нас не

Таблица 4

Процент общего железа в шлаке	Древняя Русь	Поселение на дюне Умиление IX — VII вв. до н. э.	Поздний латен Западной Европы[1]	Римская империя Западной Европы[2]	Раннее средневековье Западной Европы[3]	Свания X—XI вв.[4]	Россия XVIII—XX вв.[5]
До 30	+						
30—35	+						
35—40	+		+	+			++
			+				++
40—45	+				++		
					++		
45—50	++		++	+		++	++
	++						++
50—55	++	+	+	+++			++
Свыше 55	+++		++				

[1] J. W. Gilles. Siegerland. Stahl und Eisen. 1936, N° 9, S. 252. Illustration-Zeitung. Lpz., 1897, N° 2841, S. 815. W. Schmid. Norische Eisen. Beiträge z. Geschichte d. Osterreich. Eisenwesens, 1932, H. 2.

[2] W. Schmid. Ук. соч.

[3] Там же.

[4] Б. Е. Деген-Ковалевский. Ук. соч., стр. 286.

[5] А. А. Байков. Ук. соч., стр. 23. Архив Института археологии АН УССР, дело № 542. С. Л. Котарский. Залежи болотных руд в Клесине.

должно смущать, ибо мы знаем, что такой большой процент перехода железа в шлак лежит в сущности сыродутного процесса. Эти же цифры говорят, что древнерусские сыродутные печи имели такой же температурный режим и конструктивную основу печи, как печи античности или кустарной промышленности XVIII—XX веков.

Улучшение сыродутного способа производства железа, а следовательно и конструктивное изменение печи, могло итти только по линии увеличения ее высоты, что должно было привести к уменьшению температуры в верхней половине шахты печи. Но это изменение в то же время явилось и концом сыродутного процесса [1], так как вытягивание печи по высоте создавало новый режим процесса производства и давало новый сплав металла — чугун.

По пути такого прогресса шла и древнерусская металлургия. В XIII в. на Руси появляются печи с вытянутыми вверх шахтами, являющиеся переходным типом от сыродутной печи к чугунолитейной домнице. Такой печью является печь Райковецкого городища. Об этом свидетельствуют следующие материалы. Во-первых, система шлакоотвода печи (8 каналов), которая может быть только у печей данного типа, и, во-вторых, более важный довод — состав шлака из Райковецкой печи. Шлак имел 17,94% общего железа и 52% кремнезема. Этот шлак может получиться только тогда, когда бо́льшая часть окиси железа уже успела перейти в металлическое железо и шлакообразование происходит при относительно низких температурах и малом количестве закиси железа. Описанный нами режим райковецкой печи мог происходить только в шахте с высоким удлиненным профилем при высоте не менее 2—2,5 м, а следовательно при умеренных температурах в верхней половине печи.

ГЛАВА VII

ЖЕЛЕЗО

Восстановленные из руды твердые зерна железа, по мере выгорания угля, опускаются в низ печи, частично свариваются между собой и образуют рыхлую губчатую массу, называемую крицей [2].

Термин крица сохранился в наших письменных памятниках только от XV в. [3] От XIV в. до нас дошла мера железа, называемая сугреб — «...а полонка два сугреба железа» [4]. Является ли эта мера весовой или штучной — сказать трудно, хотя, например, в XVI в. этой единицей меряют соляной рассол [1].

Древнерусских криц среди археологического материала найдено очень мало. Это и вполне понятно. Но очень часто мы в археологических отчетах и публикациях встречаем упоминания о находках на тех или иных памятниках железных криц. В большинстве случаев это оказываются лишь большие бесформенные куски железного шлака, которые археологи ошибочно принимают за готовую продукцию печей.

Вынутую из печи губчатую массу крицы, пропитанную расплавленным шлаком, требуется обжать, освободить от шлака и окончательно сварить в монолитный кусок железа. Вынутая из печи крица, представляющая бесформенный ком железа, покрытый шлаком и окалиной, представлена на рис. 13, *1*. Это крица из Городска [2]. Обжатие крицы производят сразу же после окончания сыродутного процесса, пока крица еще

---

[1] В Западной Европе в XVII в. был создан несколько улучшенный способ сыродутного производства железа, так называемый каталонский способ. Но это, естественно, не могло повлиять на развитие металлургии, так как доменный процесс был намного экономичнее.

[2] Позднее, при переделе чугуна в железо в XVII—XVIII вв. в передельных горнах крицей также стали называть готовую проваренную массу железа.

[3] «Железны крице» — И. И. Срезневский. Материалы для словаря древнерусского языка, т. I, стр. 1325, «...а ключнику 4 крици железа». НПК, III, стр. 931 и др.

[4] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. III, стр. 594.

[1] И. И. Срезневский. Слово «сугреб» сравнивает с грудой, кучей. См. ук. соч., т. III, стр. 594.

[2] Коллекции Института археологии АН УССР.

нагрета [1]. Как выше уже говорилось, температура в зоне горения угля, при обычном дутье, бывает не ниже 1350°, а при окончании процесса обычно дутье усиливают, поднимают температуру и доводят крицу до сварочного жара (яркобелое каление, температура примерно 1400—1450°). Обжатие крицы производилось большими деревянными молотами, на деревянном чурбане или на камне. Затем крицу для контроля качества железа надрубают топором [2]. Крицы с таким надрубом (рис. 13, 2) найдены Б. А. Рыбаковым в Вышгороде [1].

Описание подобных операций нам известно в русских письменных источниках XVII—XX вв. Вот, например, описание работы сыродутной печи в районе Устюжны-Железнопольской конца XVIII в. «...Когда в горне скопится крица до одного пуда весом, меха убираются, грудь печи взламывается и

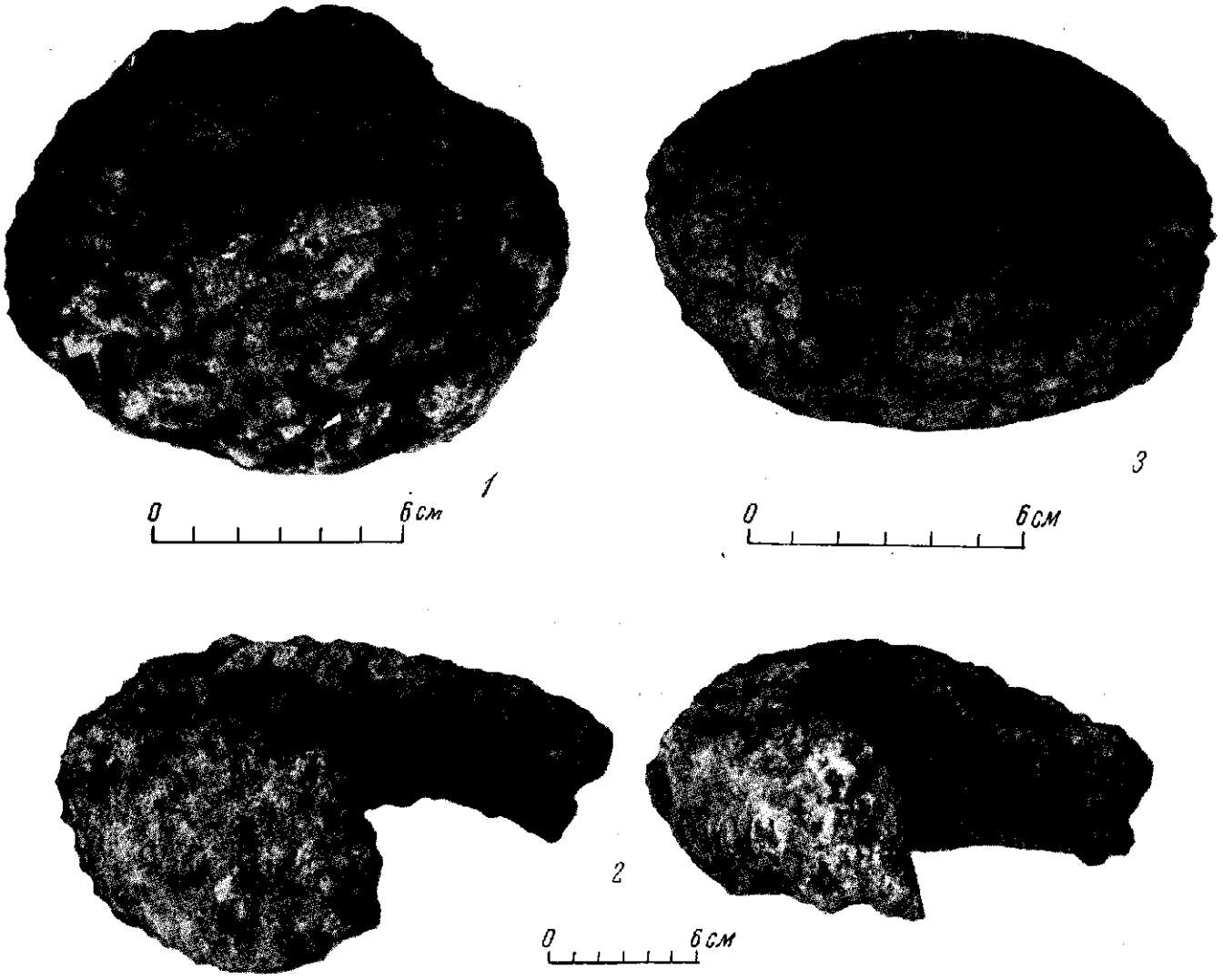


Рис. 13. Крицы железа

1 — городище у с. Городск; *2* — Вышгород; *3* — Княжая Гора

[1] Известны случаи, когда выпутую крицу бросали в снег, а затем обивали застывший снаружи шлак.

[2] Эта операция была не обязательной.

[1] Б. А. Рыбаков. Ук. соч., стр. 131. Крицы аналогичной формы в количестве 13 штук были найдены на Сев. Кавказе; их дата XI—XII вв. Археол. иссл. в РСФСР в 1934—1936 гг. М., 1941, табл. 37.

крица вытаскивается на плоский камень, на котором околачивается деревянной колотушкою, а затем разрубается топором»[1]. Но не всегда товарная крица, выходящая от металлурга в дальнейшую обработку, представляет сплошь сваренный монолитный металл. Крицы с Княжей Горы, найденные в количестве нескольких десятков, имели внешне обработанную, обжатую, вполне законченную форму в виде толстой лепешки

Крица из Вышгорода (большая)	5920
„ „ „ (малая)	4900
Крицы с Райковецкого городища	5000—5600
Крица с городища у Городска	2650
Крица с Княжей Горы . . .	2050

Такой вес крриц для древнерусской сыродутной печи является небольшим. В печах подобного типа можно выплавлять крицы

Рис. 14. Макроструктура крицы железа с Княжей Горы

Белые поля — железо, темные поля — пустоты

диаметром 14 см и толщиной 4,7 см (рис. 13, *3*). Одна из этих крриц[2] была нами разрезана по диаметру. Макроструктура разреза представлена на рис. 14. Светлые поля макроструктуры — металл, а темные — пустоты. Оказалось, что обжатая в форму лепешки крица окончательно еще не уплотнилась и не сварилась. Дальнейшую обработку, т. е. сварку такой крицы, должен сделать, вероятнее всего, кузнец. Зачистка шлифовальной бумагой разруба у вышгородской крицы показала нам сплошную массу железа без пустот и крупных скоплений шлака.

Вес крицы, а следовательно и производительность сыродутного производства, зависит в большей степени от продолжительности процесса, т. е. от количества переплавленной руды, чем от конструкции печи.

Известные нам древнерусские крицы имеют вес (в граммах):

весом в 12 кг[1] и даже в 70—80 кг[2]. Все зависит от количества переплавленной руды (количество засыпанных колош). Вследствие неполного использования объема древнерусских сыродутных печей у древнерусского металлурга был повышенный непроизводительный расход угля. Чем же объяснить, что древнерусский металлург выплавлял крицы весом от 2 до 6 кг, а не больше? Причиной этому были, во-первых, отсутствие необходимости в больших монолитных массах железа, во-вторых, трудности при проковке крупных крриц. В истории мировой металлургии крицы весом более 15 кг обычно обжимают под механическими молотами (водяной или конный привод). И, в-третьих, отсутствие опыта и навыка в производстве тяжеловесных крриц. В русской железоделательной промышленности (в Устюге) еще в начале XVII в. крицы изготовлялись весом в 4,3 кг и в 12,35 кг[3].

[1] В. Кнаббе. Чугунолитейное дело, СПб., 1900, т. I, стр. 181.

[2] Коллекции КГИМ, № 32732.

[1] Д. Перси. Ук. соч., стр. 431.

[2] А. Фуллон. О выделке железа в сыродутных печах. СПб., 1819, стр. 3.

[3] Г. Миллер. История Сибири, стр. 217

Древнерусские металлурги товарным крицам придавали округлую лепешкообразную форму. Такую форму имеют крицы с Княжей Горы, Вышгорода, Райковецкого городища.

В Западной Европе крицам металлурги придавали другую форму. Чаще всего крицы имели вытянутую приплюснутую яйцевидную форму. Иногда этой форме придавали четырехугольное сечение с сильно вытянутыми концами. Крицы принимали форму фигуры, состоящей из двух пирамид, соединенных основаниями. Вес крицы колебался от 2 кг до 10,7 кг. Но наиболее распространенным был вес 4—6 кг [1].

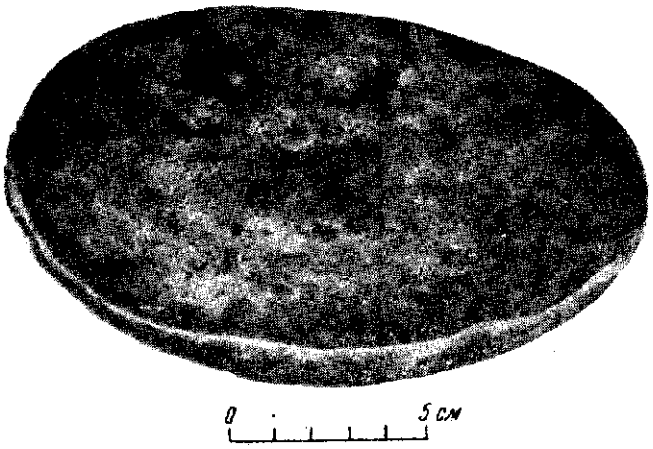


Рис. 15. Полуфабрикат железа. Сферообразный диск

Обжатая и сваренная крица дальше шла в раздел на полуфабрикаты. При этих операциях металл в неуплотненных крицах, подобных крицам с Княжей Горы, окончательно сваривался и уплотнялся. Но эти дополнительные операции были связаны с потерей металла вследствие так называемого угара. Среди древнерусского археологического материала нам известна лишь одна находка полуфабриката железа. На одном из древнерусских городищ в Васильковском районе (Киевщина) в 1912 г. было найдено пять экземпляров железных дисков [2]. Диски имели сферообразную форму. Диаметр диска равен 17 см, толщина в середине 1,6 см. Вес 1750 г (рис. 15).

[1] P. Weierschausen. Vorgeschicht. Eisenhüt. Deutschlands, Lpz., 1939, S. 169.
[2] Коллекции КГИМ, № В3147.

Подобный полуфабрикат в виде диска, датируемый приблизительно тем же временем, был найден в Швабии у Альтенбурга [1]. Он имел овальную форму размером 16 × 20 см и толщиной от 1,6 до 2,6 см. Вес составлял 3,4 кг. Химический анализ обнаружил очень чистое железо: 0,022% C; 0,55% Si; 0,006% S; 0,23% P; следы Mn, 0,048% Cu.

Являлась ли такая форма полуфабриката универсальной, или были и другие виды — нам неизвестно. Более поздние письменные источники конца XV в. упоминают прутовое и лемешное железо. Прутовое железо изготовлялось, вероятно, в виде брусков квадратного или прямоугольного сечения, весом в несколько пудов. «...40 прутов и 7 крец железа, а в пруте по 10 крец» [2]. Под лемешным железом вероятнее всего подразумевать железо полосовое. «...А нового доходу... 215 крец и 7 лемехов железа» [3]. Что это были не готовые вещи, а полуфабрикаты, мы видим из следующего упоминания в письменных источниках XVI в. В 1567 г. «старец Григорий купил в Танищах 92 сохи железа расковного» [4] и в 1607 г. «...на полицы и на косы и на серпы и на топоры расковного Белозерского железа 112 сох большой руки» [5].

Один из древнерусских дисков нами был подвергнут микроструктурному исследованию. Шлиф был сделан на поперечном сечении по диаметру. На всем сечении обнаружилась однородная ферритная структура средней зернистости и много шлаковых включений очень мелкими фракциями. Твердость металла по Роквеллу в разных местах колебалась от 37 до 42 единиц.

Переходя к характеристике металла, я напомню о том, что в сыродутном процессе отделение пустой породы от железа возможно только путем ошлакования ее закисью железа. Для этого необходимо, чтобы процесс ошлакования происходил ранее процесса восстановления закиси железа, для чего опять-таки необходимо, чтобы в печи во всем объеме рабочего пространства темпера-

[1] P. Weierschausen. Ук. соч., стр. 172
[2] ПСК, III, стр. 917.
НПК, III, стр. 928.
[4] Н. К. Никольский. Кирилло-Белозерский монастырь, т. II, СПб., 1910, Расх. кн. 1567 г.
[5] АИ, т. II, № 87.

тура была выше 1100°. Это обстоятельство вызывало большую потерю железа в шлаке, что являлось основным недостатком сыродутного процесса. Но из этого вытекала и положительная сторона процесса, заключающаяся в том, что восстанавливалось только одно железо, а другие окислы, в частности кремний и марганец, не восстанавливались, переходили в шлак, и зерна металла, образующие крицу, состояли из чистого железа, иногда науглероженного. Фосфор также переходил в шлак, оставаясь в металле лишь в незначительных количествах. Правда, сернистые соединения могут переходить в металл, но в силу того, что бурые железняки и болотные руды содержат их очень мало, в кричном железе сера встречается очень редко и только в небольших количествах.

Нами было сделано 8 определений серы на шлифах методом Баумана. Все отпечатки наличия серы в металле не обнаружили.

Для характеристики древнерусского железа и стали мы сделали спектральный полуколичественный анализ 54 образцов древнерусского металла [1]. Результат анализа приведен в табл. 5.

Кремний и марганец, как и следовало ожидать, дали лишь следы или десятую долю процента. Только в четырех случаях кремния оказалось больше 0,25%. И то объясняется это, вероятнее всего, тем, что в поле искры попало шлаковое включение.

На фосфор было исследовано только 13 образцов. Семь образцов дали содержание фосфора лишь в сотых долях процента. Но в четырех образцах фосфора обнаружено около одного процента. Объяснить столь повышенное содержание фосфора в железе исследованных образцов без дополнительных анализов я затрудняюсь [2].

Поскольку указанные примеси в железе находятся в очень малых количествах и практически на качестве железа не отражаются, то говорить о влиянии их на свойства железа мы не будем.

Очень важный результат спектрального анализа — обнаружение в металле таких элементов, как никель, титан, молибден, хром. Выше уже говорилось, что болотные и луговые руды при своем генезисе часто концентрируют и окислы перечисленных металлов. При восстановлении железа часть этих окислов также восстанавливается и переходит в металл. Эти элементы в количестве, обнаруженном нами, практически на качество металла не влияют. Но для нас они представляют интерес в том отношении, что при массовом анализе древнерусского металла могут служить определяющим элементом в вопросе местного происхождения того или иного изделия. Например, в металле изделий, происходящих с археологических памятников северных районов Руси (Новгород, Новгородские курганы, Приладожье), встречается молибден. В других местах он не встречен. В металле изделий с археологических памятников центральных районов древней Руси встречается никель. Например, из 15 исследованных предметов Гнездовских курганов 9 изделий в своем составе имеют никель. На севере и на юге никель встречен только по одному разу.

Эти анализы в установлении местного происхождения того или иного изделия (особенно оружия — мечей), при обязательном исследовании местных руд и металла сопровождающих изделий, могут иметь важное значение. Хром и титан среди исследованных 54 образцов распределяются более равномерно по всей территории древней Руси.

В связи с рассмотрением химического состава древнерусского железа и стали следует указать, что определение состава кричного металла методом химико-технического анализа по причине структурной неоднородности металла и наличия в нем неметаллических включений, состоящих в основном из шлака, очень часто приводит к ошибочным результатам. Для примера приведу два анализа. Авторы публикации раскопок на Кузнецовском городище приводят химический состав железа, найденного на городище. Состав оказался следующим: 83,11% Fe; 15,5% Si; 0,24% Mn; 1,05% P; 0,1% S [1]. Такое высококремнистое железо

[1] Анализ производился в лаборатории спектрального анализа Института стали имени И. В. Сталина под руководством заведующего лабораторией В. Г. Корицкого.

[2] Углерод и серу методом спектрального анализа в настоящее время Институт стали не определяет, в силу чего анализ этих компонентов нами произведен не был.

[1] П. П. Ефименко и П. Н. Третьяков. Ук. соч., стр. 105. Анализ производился в лаборатории Юго-Восточной ж. д. в г. Воронеже

Таблица 5

Спектральный полуколичественный анализ

Образец	Si	Mn	P	Al	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
Новгород-А	До 0,17	До 0,17	0,35	Следы	До 0,01	—	До 0,1	—	Есть
„ -Б	„ 0,17	Следы		—	„ 0,01	—	—	До 0,1	
„ -В	0,22	До 0,1		—	„ 0,01	—	—	—	
„ -Г	До 0,17	„ 0,17	0,15	—	Следы	—	До 0,1	—	
„ -Д	Следы	Следы		—	—	—	—	—	Следы
„ -Е	До 0,17	До 0,1		—	До 0,01	—	—	До 0,1	„
„ -Ж	„ 0,17	Следы		—	„ 0,01	—	—	„ 0,1	„
Рязань-А	„ 0,17	До 0,17	0,01	—	Следы	—	—	—	
„ -Б	„ 0,17	Следы		—	До 0,01	—	—	До 0,1	
Новгор. кург.-А	„ 0,17	До 0,17	(1,0)	Следы	Следы	—	—		
„ „ -Б	Следы	Следы		—	До 0,01	—	—	До 0,1	Следы
„ „ -В	До 0,17	„		—	„ 0,01	—	—	—	
„ „ -Г	„ 0,17	До 0,17	(1,0)	—	Следы	—	—	—	Есть
„ „ -Д	Следы	Следы		—	До 0,01	—	0,1	—	„
„ „ -Е	До 0,17	До 0,17		—	„ 0,01	—	—	—	
Приладожье-А	Следы	Следы		—	—	—	—	—	
„ -Б	0,09	„		—	—	0,32	0,3	—	
„ -В	До 0,17	До 0,17	(1,0)	—	Следы	—	—	—	
„ -Г	0,18	0,17		Следы	0,08	—	—	Следы	
„ -Д	Следы	0,08		—	—	—	—	—	
„ -Е	0,11	Следы		—	—	—	—	—	
Гнездово-4	До 0,2	„		—	0,01	—	—	—	
„ -16	„ 0,17	До 0,17	0,5	Следы	Следы	0,17	—	—	Есть
„ -17	„ 0,2	Следы			0,01	—	—	—	
„ -18	„ 0,2	0,15			0,01	0,6	—	—	
„ -19	„ 0,2	Следы			0,01	—	—	—	Есть
„ -1	„ 0,2	„			0,01	—	—	—	
„ -2	„ 0,2	„			0,01	—	—	—	
„ -11	0,12	До 0,04			—	Следы	—	—	
„ -3	До 0,2	Следы		—	0,01	До 0,1	—	—	
„ -7	„ 0,2	„			0,01	„ 0,1	—	—	
„ -8	0,23	„			Следы	—		Следы	
„ -9	До 0,2	„			0,01	0,1	—	—	
„ -5	„ 0,2	„			0,01	0,1	—	—	
„ -10	„ 0,09	0,05		—	—	Следы	—	—	
„ -13	Следы	0,05		—	Следы	„	—	—	
Михайловское-3	„	Следы		—		—	—		
„ -4	0,12	„		—	Следы	—	—	Следы	
„ -5	Следы	0,05		—	—	Следы	—	—	
„ -6	„	Следы			—	—	—	—	
Княжая-А	До 0,17	До 0,17	(1,0)	Следы	Следы	—	—	—	
„ -Б	0,21	Следы		—	До 0,01	—	—	До 0,1	
„ -В	0,63	„		Следы	—	—	—	—	
„ -Г	0,22	„		—	—	Следы	—	—	
„ -Д	0,26	„		—	До 0,01	—	—	—	До 0,1
Псков-А	До 0,17	До 0,17	0,01	Следы	Следы	—	—	—	
Владимир-А	Следы	Следы		—	До 0,01	—	—	—	Есть
„ -Б	„	„		—	„ 0,01	—	—	—	Следы
„ -В	До 0,17	„		—	„ 0,01	—	—	—	Есть
„ -Г	„ 0,17	До 0,17	0,03	Следы	Следы	0,17	—	—	
Вышгород-А	„ 0,17		0,04	—	„	—	—	—	
Подболотье-А	„ 0,17	До 0,17	0,02	—	„	—	—	—	
Речица-А	„ 0,17	„ 0,17	0,07	Следы	„	До 0,17	—	—	
Федяшево-А	Следы	Следы				0,16	—	—	

в природе существовать может и в современной технике оно (вернее сталь, так как в нем имеется 0,3—0,5% С) применяется в качестве кислотоупорного материала под названием ферросилида. Однако в сыродутной печи такое железо ни при каких условиях получиться не может. Высококремнистое железо и сталь могут быть только литого происхождения. Получились же такие результаты анализа в силу неверной методики исследования. Аналитик взял, вероятнее всего, крупную стружку от куска железа, куда вместе с металлом попал и шлак в виде неметаллического включения, и стал производить анализ. Возможно, в стружку попала и поверхностная коррозия вместе с грязью. В итоге, исследуя смесь железа и шлака, аналитик получил средние цифры, искажающие состав и железа и шлака.

Вторым примером ошибочной методики анализа железа могут служить исследования райковецкого железа, произведенные в лаборатории Института археологии Академии наук УССР [1].

Наряду с вероятным количеством железа в 99,4% и 98%, аналитик определил в некоторых изделиях железо в количестве 82,3%, 79,3% и даже 61,0%. Что же это за сплав, имеющий в своем составе 61% железа? Здесь опять ошибка в методике взятия пробы. В пробу вместе с железом, которого могло быть 99—98%, попали, очевидно, и окислы механических включений и наружной коррозии.

Таким образом, спектральный анализ показал, что подавляющая масса древнерусского железа и стали по химическому составу являлась очень чистым металлом и имела малые количества посторонних примесей. В 44 образцах (81%) сумма всех примесей составляет менее 0,5%, в 6 образцах (11%) от 0,5 до 1,0% и лишь в 4 образцах (8%) более 1,0%. Напомню, что в эту сумму не вошел углерод.

Говоря о чистоте кричного железа, не нужно забывать, что оно также вследствие своего сыродутного происхождения всегда пронизано тем или иным количеством шлаковых включений (см. например рис. 163, *б*). В древнерусском металле количество шлаковых включений по весу в среднем не превышает 1%, но иногда достигает и 2—3%. В основной массе и в отношении шлаковых включений это достаточно чистый металл. Нами было произведено сравнение древнерусского железа с сварочным железом русских мостов XIX в. Оказалось, что шлаковых включений в железе этих мостов не меньше, а иногда и больше [1]. При этом следует заметить, что в XIX в. на железные мосты, явившиеся первыми сооружениями из железа, шло лучшее сварочное железо.

Влияние шлаковых включений на механические качества выражается в незначительном уменьшении временного сопротивления на разрыв. Для условий эксплоатации железа в древней Руси это не имело совершенно никакого значения.

Из механических свойств железа нами исследована только твердость. На 76 образцах была измерена твердость и микротвердость феррита изделий.

Твердость кричного железа, в зависимости от исследованного образца по шкале Бринелля, колебалась в пределах 95—174 единиц. У большей части изделий твердость металла колебалась в более узких пределах и равнялась 120—150 единицам по Бринеллю.

Соответственно этому колебалась и микротвердость железа. Микротвердость основной массы изделий по шкале Виккерса равнялась 130—170 единицам. При сопоставлении твердостей и микротвердостей одного и того же образца результаты измерений не совпадали. У большинства изделий микротвердость была немного выше. Это явление объясняется лишь методикой микроизмерений.

Обращает на себя внимание повышенная твердость древнерусского кричного железа. Обычная твердость железа (современного железа в возрасте до 25 лет) равна 90—100 единицам по Бринеллю, твердость же у железа на наших образцах была на 30—50 единиц больше. Повышение твердости объясняется развивающимся с течением времени старением железа.

---

[1] Архив Института археологии АН УССР. Материал любезно указан В. К. Гончаровым.

[1] Сборник «Металлографическое исследование сварочного железа старых мостов», М., 1931.

ГЛАВА VIII

СТАЛЬ

В древней Руси наряду с железом очень широко применялась углеродистая сталь. Как мы увидим ниже, все режущие орудия труда, оружие и инструменты изготовлялись из железа и стали или из одной стали.

В связи с этим мы остановимся на вопросах производства стали в древней Руси и ее физико-химических и механических свойствах.

Напомню, что железо, соединяясь в определенных пропорциях с углеродом, образует сплав, называемый сталью[1]. Этот сплав обладает по сравнению с железом повышенными физико-механическими свойствами. Увеличение содержания углерода в стали повышает ее твердость, прочность и уменьшает пластичность. Но особо важное качество стали — это ее свойство принимать термическую обработку. Закалка и закалка с отпуском значительно повышают твердость стали и улучшают другие ее механические свойства.

Древнерусские письменные памятники упоминают сталь под терминами «оцел» и «харалуг».

Термин «оцел» (оцелъ, оцель) встречается в древнерусских церковных служебных текстах XII в. «Трьпенааго оцела, претрьпения веньцемь, прекрасимо хвьная цркы» или «То бо любы стены творжьши и крепльши оцели» или «Пещь искушает оцел во калении»[2].

А. Будилович считает это слово древнеславянским и, так же как Миклошич, сближает его с латинским acuale[3]. На чешском, польском, словацком, хорватском языках это слово звучит также ocel.

Термин «харалуг» встречается в «Слове о Полку Игореве» и позднее в Задонщине. «Своими сильными плъки и харалужными мечами...», или «трещат копиа харалужныя»[4]. Слово «харалуг» является русской транскрипцией джагатайского слова «каралук», т. е. сталь, булат. Такой перевод этому слову дают академик И. И. Срезневский, Ф. Е. Корш, П. И. Савваитов[1] и многие другие.

Но в 1934 г. воинствующий норманист В. В. Арендт в работе «К вопросу о «мечах харалужных» «Слова о Полку Игореве»[2] для своих норманистических построений произвел это слово от германского, толкуя его как «пламенный». В. В. Арендт исходил из ложной тенденциозной предпосылки, что «начиная с норманского периода русской истории в русском ратном быту основным оружием дружины является западноевропейский меч»[3]. Далее он писал: «Базируясь на приведенных соображениях — 1) на отсутствии у нас в XII в. восточных мечей, 2) на незнакомстве как турок, так и русских в эту эпоху с булатом, 3) на невозможности заимствования для меча феодального воина эпитета, взятого из языка «поганых», 4) на нелогичности предположения о возможности соединять этот эпитет с понятием о черноте — мы категорически должны возразить против производства слова харалуг от каралик»[4].

Ни один из доводов В. В. Арендта нами принят быть не может. Во-первых, заранее объявив все русские мечи варяжскими, естественно, затруднительно найти присутствие восточных мечей. А восточные мечи, распространенные у арабов и персов не менее, чем подобные им по форме каролингские в Западной Европе, еще в X в. очень хорошо были известны русским[5]. Великий хорезмийский ученый Ал-Бируни писал: «Когда они (русы.— *Б. К.*) познакомились с фарандом (т. е. с узорчатым булатом.—

---

[1] Сталью называют сплав, содержащий углерода до 1,7%; при большем содержании углерода (до 6,67%) идут чугуны.

[2] И. И. Срезневский. Материалы для словаря древнерусского языка, т. II, стр. 842.

[3] А. Будилович. Первобытные славяне в их языке, ч. I, Киев, 1887, стр. 60.

[4] Слово о Полку Игореве. М., 1945, стр. 66, 72, строки 261, 333.

[1] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. III, стр. 1361. П. И. Савваитов. Описание старинных русских утварей. СПб., 1896, стр. 160.

[2] В. В. Арендт. К вопросу о «мечах харалужных» «Слова о Полку Игореве». Сборник статей к сорокалетию ученой деятельности академика А. С. Орлова, 1934, стр. 335.

[3] В. В. Арендт. Ук. соч., стр. 339.

[4] Там же, стр. 341.

[5] А. В. Арциховский. Русское оружие X—XIII вв. Доклады и сообщения исторического факультета МГУ, вып. 4, М., 1946, стр. 9.

Б. К.)»[1]. Во-вторых, русские были знакомы с булатом не только в XII в., но и в X в. Это ясно видно из приведенного выше текста Ал-Бируни. В-третьих, довод о невозможности заимствования из языка «поганых» слишком голословен, умозрителен и тенденциозен. В-четвертых, без всякого предположения нам известны названия лучших сортов булата восточных клинков, как например, «карахоросан» и «каратабан». Эпитет «кара» (черный) в этих терминах усиливает качественное представление о свойствах стали клинка. Кстати сказать, это очень хорошо знал и сам Арендт[2].

Таким образом, перевод русских лингвистов слова «харалуг» является единственно верным и точным.

Являлось ли слово «харалуг» (стальной, булатный) прилагательным к любому стальному изделию, характеризуя его высокое качество, или только к изделиям восточного происхождения, нам неизвестно.

В XVI в. в русских источниках появляется новый термин, обозначающий понятие стали — «уклад». Слово «оцел» уже больше не встречается.

О способах производства стали древнерусские письменные источники до XVII в. нам никаких сведений не дают. Но имеется источник, в котором говорится о разновидностях стали, применявшейся русскими оружейниками при изготовлении мечей. В минералогическом трактате величайшего хорезмийского ученого энциклопедиста Ал-Бируни, написанном в 1048 г., имеется глава, посвященная железу и его технологии. В этой главе Ал-Бируни говорит и о производстве мечей в древней Руси. «Русы выделывали свои мечи из шапуркана, а долы посредине их из нармохана»[3]. «Нармоханом» называется мягкое сыродутное железо, «шапурканом» — сталь.

О технике производства шапуркана Бируни не сообщает, так же как не сообщает и о производстве нармохана, считая их технологию простой и ясной. Но он четко противопоставляет шапуркан «фуладу», т. е. тигельной стали. Описывая один из сортов тигельной стали, который характерен однородной структурой (в противоположность узорчатому «фуладу» — фаранду) Бируни говорит, что «можно предположить, что шапуркан принадлежит к этому виду (стали) и закалка (т. е. твердость стали, зависимая от степени науглероживания железа.— *Б. К.*) приобретена им естественным образом»[1]. Говоря о науглероживании железа «естественным» путем, Бируни противопоставляет этому очень сложный и трудоемкий тигельный процесс производства стали — «фулада».

Вероятнее всего шапурканом называлась сталь, полученная непосредственно в сыродутной печи или, возможно, путем цементации (томления) железа в горне. Четыре раза Бируни говорит о материале русских мечей и всегда это шапуркан, т. е. сталь не тигельного происхождения. Отсутствие у нас тигельной стали Бируни объясняет тем, что «ал-фулад (сталь) не выносит холода их (русов.— *Б. К.*) зим и ломается при ударе»[2]. Хотя это до некоторой степени верно[3], но причина была, конечно, в другом.

Действительно, древняя Русь тигельной стали не знала[4]. Об этом нам говорят, кроме Ал-Бируни, и проведенные нами массовые металлографические исследования древнерусских сталей[5]. Отсутствие тигельной стали в древней Руси объяснялось той технологией обработки черного металла, которая была повсеместно распространена у древнерусских кузнецов. Орудия труда, инструмент, оружие изготовлялись путем сочетания в изделии вязкой железной основы с твердым стальным лезвием. Тигельная сталь, имевшая чаще всего содержание углерода выше 0,9%, была для этой технологии непригодна. При этом производстве изделий применялись полуфабрикаты стали небольшого веса, которые возможно было с достаточно хорошим качеством

---

[1] Б. А. Колчин. Несколько замечаний к главе «О железе» минералогического трактата Бируни. КСИИМК, вып. XXXIII, стр. 149.

[2] В. В. Арендт. Булат. «Искры науки», 1929, № 1.

[3] А. М. Беленицкий. Глава «О железе» минералогического трактата Бируни. КСИИМК, вып. XXXIII, стр. 142.

[1] А. М. Беленицкий. Ук. соч., стр. 141.

[2] Там же, стр. 142.

[3] У термически обработанной тигельной (литой) стали с понижением температуры (ниже комнатной) хрупкость увеличивается, так как остаточный аустенит переходит в мартенсит. И. Л. Миркин. Термическая обработка стали холодом. М., 1950.

[4] Как не знала и вся Европа до начала XVIII в.

[5] Об этом мы будем говорить подробнее в следующей главе.

получать более простым способом непосредственно в сыродутных печах или путем цементации.

Какова же была технология производства стали в древней Руси?

Археологические материалы, так же как и письменные памятники, о технике изготовления стали нам почти ничего не говорят.

В решении этого вопроса хотя бы в общих чертах нам могут помочь историко-технические и этнографические сравнения.

В металлургии сыродутного производства железа и его сплавов известны четыре способа получения стали:

1) получение стали непосредственно в сыродутной печи;

2) получение сварочной стали (уклада) из железа в кузнечном горне;

3) получение из железа цементованной (томленой) стали;

4) получение тигельной стали; так как древняя Русь тигельную сталь не применяла, мы этот способ исключаем.

Разберем суть каждого способа в отдельности. О получении стали непосредственно в сыродутной печи мы имеем несколько этнографических сведений. Одно из наиболее подробных — описание крупным английским металлургом XIX в. Д. Перси производства стали в каталонских горнах [1]. Условиями, благоприятствующими образованию науглероженного железа, являются:

1. Избыток угля в горне, способствующий науглероживанию железа.

2. Медленное и постепенное продвижение восстановленного железа (в виде зерен или уже слипшихся кусков) к соплу. Это позволяет железу находиться в тесном соприкосновении с раскаленным углем, а следовательно, науглероживаться и предохранять уже науглероженное железо от действия свободного кислорода вдуваемого воздуха. Кислород уже успевает перейти в окись углерода.

3. Частое выпускание шлака, предохраняющее науглероженное железо от соприкосновения с ним. Шлак на железо действует обезуглероживающе.

4. Замедленность течения процесса (т. е. медленное образование крицы), обусловливающее и продолжительность соприкосновения восстановленного железа с раскаленным углем.

[1] Д. Перси. Ук. соч., стр. 487.

5. Слабое дутье, особенно в конце операции, снижающее температуру и замедляющее процесс.

6. Применение плотного угля, желательно дубового.

Практически эти условия сводятся:

1. К наибольшей пропорции угля в шихте по сравнению с рудой, возможно до 10—15-кратного отношения. Применению плотного угля.

2. К замедлению процесса путем слабого дутья и особенно его ослабление к концу плавки.

3. К частному выпусканию шлаков.

Другой способ получения стали — изготовление сварочной стали (уклада) подробно описан русским металлургом Фуллоном. Исследуя железоделательную промышленность Карелии в начале XIX в., Фуллон писал:

«Уклад не есть железо и не есть сталь [1], но особый искусственный род металла, составленный на обоих. Трудно и почти невозможно прибрать два бруска совершенно сходного качества. Он спаивается легко и во множестве употребляется на топоры, ножи и на все нужные для сельского хозяйства инструменты» [2]. «...Для превращения крицы в уклад полагается оная в горн, сходствующий с обыкновенным кузнечным и покрывается углями; впустивши дух из цилиндрической машины, до тех пор крицу нагревают, пока начнут вылетать белые искры, т. е. до степени наварки; тогда выгребают с поверхности уголь и на крицу спрыскивают воду, а зимою бросают снег. Охлажденную таким образом поверхность отделяют от массы железным инструментом, и сию корку, состоящую из тонких листочков, немедленно собирают в холодную воду; остаток крицы опять нагревают до белых искр и водою или снегом прохлаждают, а поверхность по отделении оной опять в холодную воду бросают и сие продолжают до тех пор, пока вся крица уничтожится. Из имеющихся в воде листиков выбираются сперва самые крупные и укладываются в другой, приготовленный на то подобный первому горн сколько можно

[1] Здесь Фуллон имеет в виду цементованную сталь (томленку).

[2] А. Фуллон. О выделке железа в сыродутных печах... СПб., 1819, стр. 8.

плотнее один к другому. Сложив около 20 фунтов оных, продолжают огонь, доколе они начнут соединяться, тогда прилагают к сей массе достаточное число мелких листочков. Листки сии плавятся скоро и соединяются с массою, называемою в тех краях парегою, которая от расплава мелких кусков получает довольно плотное сложение. Тогда останавливают дух и, очистив с поверхности уголь, прохлаждают парегу водой или снегом. Потом оборачивают парегу нижнею стороною в верьх, и нагрев оную, кидают в огонь еще мелких листков, которые расплавившись и соединившись с парегою, соделывают ее столь же плотной с сей стороны, как и с другой»[1].

Суть технологии производства сварочной стали, описанной А. Фуллоном, заключается в следующем. В обычный кузнечный горн кладут железную крицу, засыпают ее древесным углем и начинают нагрев. При температуре выше 900° углерод начинает диффундировать в железо. В определенный момент кузнец вынимает из горна крицу и охлаждает ее в воде или снегу. Сталистая поверхность крицы при быстром охлаждении получает закалку, а вместе с тем и хрупкость. При ударах молотом или другим инструментом хрупкая сталистая корка отлетает от крицы. Подобную операцию проделывают до тех пор, пока вся крица не превратится в стальные пластины. Затем их обычным способом сваривают между собой.

Цементация, т. е. науглероживание поверхности или всей массы железного предмета, в древней Руси была хорошо известна. В этом мы убедились при металлографическом исследовании готовой продукции древнерусских кузнецов (см. ниже). Средневековые письменные памятники и этнографические материалы упоминают следующие приемы цементации.

1. В огнеупорный сосуд (муфель), сделанный из глины или кирпичных плиток, насыпали немного карбюризатора — это обычно был мелко истолченный древесный уголь (чаще березовый) с какими-либо добавками (ремесленная техника их знала множество, например, рога и копыта животных, кожа и т. п.). Затем в сосуд клали полосы железа, а иногда и уже выкованные железные изделия и засыпали доверху тем же карбюризатором. Сосуд закрывали, стараясь закупорить герметически, и ставили в кузнечный горн или специально для этого сделанную печь и разводили огонь. При высокой температуре, когда муфель и железо накаливались (железо должно быть нагрето до температуры не ниже 900°), углерод карбюризатора диффундировал в металл. Процесс такой цементации длился от нескольких часов до нескольких суток. Подобную технологию уже описывает Агрикола (XVI в.) и позже она широко известна в заводской и кустарной практике производства стали (XVIII—XIX вв.).

2. Железный брусок, а чаще — уже выкованное изделие обматывали или обсыпали органическим веществом (кожа, стружка рогов, копыт и т. д.), заключали в закрытый сосуд или обмазывали кругом глиной и ставили в кузнечный горн.

При высокой температуре (не ниже 900°) органическое вещество обугливалось и часть углерода диффундировала в металл. Подобную технологию описывает Теофил (X—XI вв.), ее широко применяли русские кустари в XVIII—XIX вв., например, при производстве напильников.

3. Железную полосу или выделываемый предмет (например, клинок кинжала), накалив до сварочного жара, обсыпали чугунными опилками, опять нагревали и проковывали. Такую операцию над предметом проделывали несколько раз. Подобную технологию описывает Ал-Бируни (XI в.). Известен и такой прием цементации. Железную полосу погружают в расплавленный чугун, продолжительное время выдерживают и затем вынимают. Такую технологию описывает Бирингуччо (XVI в.)[1]. Для древней Руси такие приемы цементации, повидимому, исключались, так как ни письменные, ни археологические материалы пока не говорят о знакомстве древнерусских кузнецов с чугуном даже в виде отходов производства.

Технология цементации железа в древней Руси протекала вероятнее всего по первому способу, как наиболее простому и эффективному.

---

[1] А. Фуллон. О выделке железа в сыродутных печах... СПб., 1819, стр. 6.

[1] Т. Бек. Очерки по истории машиностроения, т. I, М., 1933, стр. 73.

Древнерусские кузнецы в муфелях-горшках цементировали не только полуфабрикаты — железные прутки и полосы, но, вероятно, даже и сырые крицы. Среди археологических материалов мы часто встречаем маленькие крицы, имеющие сегментовидную форму, соответствующую форме древнерусских глиняных горшков.

Например, в Старой Рязани при раскопках В. Городцова в 1926 г. было найдено несколько подобных криц, которые получили очертание сосуда во время цементации [1]. На Болгарском городище в 1949 г. был найден глиняный сосуд с куском железа, плотно сросшимся со стенками сосуда. Сосуд был найден в завале сыродутного горна, в который его могли поставить для передела железной крицы в сталь [2].

Микроструктурный анализ металла древнерусских изделий обнаружил два вида структур стали. Первая структура — это сталь с однородным, равномерно распределенным по всей массе металла углеродом. В подавляющем большинстве она встречена на наварных или вварных стальных полосах всевозможных качественных изделий. Вторая структура — это неоднородная сталь с ферритными полями и разными концентрациями углерода (сырцовая сталь — уклад). Она встречена на цельностальных изделиях, например таких, как копья, топоры и т. п.

Таким образом, мы видим, что в древней Руси, вероятно, существовали все три описанные нами способа производства стали. В сыродутной печи и в кузнечном горне могли изготовлять сырцовую сталь (уклад), которая шла на цельностальные изделия и в дальнейшую переработку на лучшие сорта стали путем многократной кузнечной перековки или дополнительной цементации с продолжительным выдерживанием (томлением) в муфеле. Лучшие сорта стали, идущие на наварные или вварные лезвия, изготовлялись путем цементации железа или сырцовой стали.

Если, как мы покажем ниже, производством железа занимались в качестве подсобного промысла древнерусские крестьяне, то производством стали должны были заниматься специализированные металлурги, скорее всего городские кузнецы-металлурги, называемые по терминологии XVI в. «укладниками».

Но вообще сталь, в общей массе черного металла, древнерусские кузнецы потребляли относительно в небольшом количестве. Она шла только на качественные изделия и в них, как увидим ниже, составляла в большинстве случаев только наваренные или вваренные лезвия или другие рабочие части. Исходя из весовых пропорций стали в весе качественных изделий и доли последних в общей продукции металлообрабатывающего ремесла, мы можем приблизительно определить количество потребляемой стали в отношении к железу, как $^1/_8$—$^1/_{10}$ часть, т. е. стали в древней Руси требовалось в 8—10 раз меньше, чем железа.

Из физико-химических и механических свойств древнерусской стали мы охарактеризуем только химический состав и твердость.

В подавляющей массе древнерусская сталь по углероду была доэвтектоидного состава, т. е. до 0,9%. Заэвтектоидная сталь, т. е. по углероду выше 0,9%, нами встречена только 8 раз и, вероятно, являлась по преимуществу продуктом вторичного происхождения, т. е. цементацией эвтектоидной и доэвтектоидной стали на самом изделии. Наиболее распространенной была среднеуглеродистая сталь с содержанием углерода в 0,5—0,7%.

Нередко встречалась сталь с содержанием углерода в 0,2—0,3%, но применялась она преимущественно на цельностальных изделиях. На наварные лезвия шла среднеуглеродистая и высокоуглеродистая сталь.

Твердость и микротвердость стали в отожженном состоянии измерена на значительно меньшем количестве образцов, чем железа. Объясняется это тем, что большинство образцов находилось в термически обработанном состоянии. Микротвердость отожженной стали в зависимости от содержания углерода колебалась в пределах у доэвтектоидной стали в 160—270 единиц по Виккерсу, у эвтектоидной (0,9%) в 240—287 единиц и у заэвтектоидной в 265—340 единиц по Виккерсу. Твердости сталей в термически обработанном состоянии приводятся в третьей части и в приложении.

---

[1] А. А. Мансуров. Древнерусские жилища. ИЗ, № 12, стр. 85.

[2] А. М. Ефимова. Металлургические горны в городе Болгаре. КСИИМК, вып. XXXVIII, стр. 129.

ГЛАВА IX

ВЫВОДЫ

Итоги данной части таковы:

1. На всей территории Восточной Европы к середине I тысячелетия н. э. основным видом сыродутного горна становится наземная шахтообразная сыродутная печь. В Приднепровье наземные сыродутные печи существовали, вероятно, в конце I тысячелетия до н. э. В лесной полосе переход к печам этого типа происходит не позднее V—VI вв. нашей эры [1]. Объем этих печей не превышает 0,15—0,25 м³.

2. В связи с бурным подъемом производительных сил на территории Восточной Европы в VII—VIII вв. растет потребность в железе и стали, что вызывает увеличение объема сыродутных печей. К концу VIII в. наземные сыродутные печи достигают размера в диаметре 0,8—1,0 м.

3. Местному развитию металлодобывающего производства способствовало повсеместное распространение железных (болотных, луговых, бурый железняк) руд на территории Восточной Европы.

4. Болотные и луговые руды подвергались обогащению.

5. Древнерусская сыродутная печь достигает объема в 0,3—0,45 м³ и является стационарным сооружением с мощным искусственным дутьем. Печь строится с расчетом на многократную (иногда многолетнюю) эксплоатацию. Для выема готовых криц в печи существуют отверстия в груди горна.

6. Наряду с огромным количеством железа древнерусские металлурги изготовляли и высококачественную углеродистую сталь.

7. Овладение металлургов процессом выплавки железа и производства стали, рост спроса на их продукцию приводят в XIII в. к созданию наиболее развитого типа сыродутного горна (райковецкая домница), являющегося переходным к новому виду печей — чугунолитейным домницам. Древняя Русь вместе с Западной Европой подошла в это время вплотную к новой металлургической технике — чугунолитейному производству. Но нашествие татарских орд разрушило цветущую культуру и технику древней Руси и приостановило ее дальнейшее развитие. Западная Европа, не испытавшая этой участи, продолжая спокойно развиваться, в конце XIV в. переходит к новой металлургической технике — чугунолитейному производству.

---

[1] Примерно в это же время происходит переход к наземным сыродутным печам подобного типа и в Польше.

ТРЕТЬЯ ЧАСТЬ

ТЕХНИКА МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

ГЛАВА I

ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

История техники обработки металла в древней Руси более интересна и важна для понимания экономики и производства, чем история техники металлургии. Кузнец-ремесленник являлся не только рабочим-исполнителем, кующим те или иные изделия, но в то же время являлся и творцом в создании конструкций, форм и, наконец, технологии изготовления многочисленных орудий труда, оружия, инструмента и прочих изделий.

Все изделия из черного металла, которые нам оставила древняя Русь, были созданы русским кузнецом, владевшим, как увидим ниже, очень сложной техникой производства.

В письменных источниках Киевской Руси мы не находим упоминаний о технике ремесла, в том числе и металлообрабатывающего. Летописи, литературные памятники и другие источники о металле и технологии его обработки говорят очень редко и скупо, лишь иногда, при описании оружия или упоминании о какой-нибудь дорогой утвари.

Основным источником для воспроизведения техники производства являются археологические памятники. Тут мы используем, во-первых, остатки производства кузнеца и слесаря — оборудование и инструменты, и, во-вторых, самую продукцию металлообрабатывающего ремесла — множество видов орудий труда, оружия, инструмента, домашней утвари и прочих изделий, сделанных из железа и стали.

Почти каждый населенный пункт древней Руси, полностью или частично вскрытый археологом, или погребения древнерусских людей, кроме обильной продукции металлообрабатывающего ремесла, дают нам еще остатки производства в виде разнообразных инструментов — молотки, напильники, клещи, зубила и т. п., приспособлений — наковальни, гвоздильни, подсеки, оборудования — сопла, развалы кузнечных горнов и, наконец, кузнечных шлаков.

В настоящее время от изучаемого нами периода IX—XIII вв. имеется огромное количество металлического инвентаря. Всего насчитывается более 150 отдельных видов изделий из железа и стали. В музеях нашей страны хранятся тысячи древнерусских ножей, стрел, гвоздей, ключей, скоб, сотни древнерусских кос, серпов, замков, копий, удил, заклепок, десятки древнерусских лемехов, сошников, мечей, сабель, клещей, напильников, зубил, сверл и тому подобных изделий.

Весь этот инвентарь был изготовлен ремесленниками, жившими в многочисленных городах, посадах и деревнях древней Руси.

Приступая к изложению технологии металлообрабатывающего ремесла, мы должны отметить, что у древнерусских ремесленников основой механической обработки железа и стали была техника обработки

металла давлением, т. е. обработка металла в горячем состоянии путем ковки и штамповки. При этом существовал и ряд операций обработки металла резанием (опиловка напильником, рубка зубилом, обточка на точильном кругу и т. п.), но они в большинстве случаев служили для доводки металла.

Изучение техники древнерусского металлообрабатывающего ремесла мы начнем с описания производственного оборудования и инструмента кузнеца.

ГЛАВА II

ОБОРУДОВАНИЕ

Кузнечное дело первое среди прочих ремесел вызвало необходимость в специально оборудованном помещении, отделенном от жилища ремесленника. Уже в IV—V вв. н. э. позднедьяковский кузнец работает в специальном нежилом помещении — кузнице. Я имею в виду кузницу на городище Березняки, выстроенную отдельно от жилых помещений городища [1].

Подлинных древнерусских кузниц с полным производственным комплексом, вследствие малой изученности городов и городищ, пока известно археологической науке очень мало. Наиболее интересна кузница с Райковецкого городища. Кузница находилась в помещении, расположенном в городищенском валу рядом с жилой клетью, где жил, очевидно, кузнец. Размер помещения 3,4 × 3,1 м. В левом, дальнем углу помещения находился кузнечный горн, следы которого обнаружены в виде развала сильно обожженной глины, угля и золы. Тут же было найдено сопло и небольшое количество железного шлака. Кроме того, в кузнице были найдены две больших кузнечных наковальни, двое клещей, один молот, один молоток, зубило и готовые изделия — косы, серпы [2]. Датируется кузница первой половиной XIII в.

Другая не менее интересная кузница обнаружена на городище Гать под Орлом. Городище, являвшееся, очевидно, убежищем, имело только одно строение — избу кузнеца. Изба, расположенная в углу городища, представляла собой большое сооружение из двух срубов, разделенных сенями. В большом срубе находилось жилище кузнеца с обычной печью в углу, а в меньшем — кузница с каменным полом и кузнечным горном. Кузница датируется XI—XIII вв. [1].

О расположении кузниц в древнерусских городах данных у нас очень мало. Вероятно, они по соображениям противопожарного характера располагались на окраинах города, у городского вала. Письменные источники в XI в. упоминают в Переяславле Русском Кузнечные ворота. Известен случай постройки кузницы и за пределом городского вала. Примером подобного расположения может служить кузница в Проскуринском городище [2].

Важнейшее оборудование кузницы — кузнечный горн и меха.

Кузнечный горн служит для нагревания до заданных температур полуфабрикатов железа и стали при кузнечной ковке и готового изделия при термической обработке.

Письменных данных об устройстве древнерусского горна мы не имеем. Археологические же материалы довольно фрагментарны и малочисленны. Судя по этнографическим данным и поздним письменным источникам, конструкция горна была довольно проста, представляя собой обыкновенную жаровню с воздуходувными мехами. Еще в начале XIX в. у некоторых тульских кузнецов были кузнечные горны, своим устройством, вероятно, не отличавшиеся от горнов дьяковских кузнецов. «У многих заварщиков (сварщиков ружейных стволов.— *Б. К.*) кузницы в слободе весьма нехорошо устроены. Иногда вместо горна выложено в земле кирпичами место с углублением, в которое кладет-

---

[1] П. Н. Третьяков. К истории племен верхнего Поволжья в первом тысячелетии н. э. МИА, № 5, М.— Л., 1941, стр. 57.

[2] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 85.

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 133.

[2] Там же.

ся уголь, а вместо трубы сделано в крыше строения отверстие для выхода дыма. При горне имеются два самых простых кожаных меха, которые человек руками попеременно подымает и опускает, чем причиняет всегда прерывистое действие воздуха»[1]. Но судя по кузницам Райковецкого городища и городища Гать, а также исходя из технологических особенностей изготовления некоторых видов изделий — кос, мечей и т. п., в древней Руси были горны более оборудованные и сложные.

Они представляли собой глинобитное возвышение со стенкой у одного из краев. Около стенки имелось небольшое углубление. В это углубление, проходя через стенку, выходило сопло, подводящее к углям воздух. Едва ли у горна была вытяжная труба; вероятнее всего, газ выходил через отверстие в крыше или через дверь. При термической обработке таких изделий, как меч, коса, серп, копье, требовались горны с большим горновым пространством и усиленным дутьем для одновременного нагрева всего лезвия данного изделия.

Необходимая принадлежность горна — воздуходувные меха. Кузнечный горн требует такого же температурного режима, что и сыродутная печь. Например, железо при сварке необходимо нагревать до температуры 1400—1450°. Вполне очевидно, что для этого требуются непрерывно работающие довольно мощные меха. Так же как и металлург, кузнец у кузнечного горна ставил два меха. Форма и устройство воздуходувного меха и сопел были, вероятно, такими же, как и у сыродутных печей.

Инструментарий древнерусской кузницы состоял из наковальни, молота, молотка, клещей, зубила, бородков. Специализированные кузнецы, кроме того, имели гвоздильни, нижние зубила, обжимки, подкладки, штампы, напильники, тиски. Кроме того, при горне необходимы были лопатка для угля, кочерга и прыскалка — швабра из мочала для смачивания угля водой.

ГЛАВА III

ИНСТРУМЕНТАРИЙ КУЗНЕЦА

Инструмент древнерусского кузнеца довольно широко представлен среди древнерусских археологических материалов, и мы опишем каждый его вид в отдельности.

Наковальня — твердая опора, на которой происходит ковка изделия. Древнерусские письменные источники неоднократно упоминают наковальню. В текстах она имеет вполне современную терминологию: «хытрьць жестокое железо... кыемь и наковальньмь мячить» — XI в.[2] или «наковально жестоко» — XII в.[3]

Среди археологического материала наковальни мы находим как на городищах, так и в погребениях. Большинство дошедших до нас наковален — это маленькие наковальни ювелира и слесаря. Они имеют вид усеченной четырехгранной пирамиды с рабочей поверхностью на основании пирамиды. Средний размер поверхности-лица наковальни 7 × 7 см, высота 7—10 см, вес колеблется около 1,5 кг. Наковальня вершиной вбивалась в массивный деревянный чурбан. Вполне очевидно, что на такой наковальне наш кузнец не смог бы отковать ни лемеха, ни косы, ни топора, ни долота, ни копья, ни меча. Наиболее целесообразной кузнечной наковальней является такая наковальня, вес которой превышает вес ударяющего инструмента в 30—50 раз.

Собственно кузнечных наковален нам известно только 5 экземпляров. Это — массивные, весом более 8 кг, инструменты, с прямоугольной рабочей поверхностью и отростком с одной стороны в виде одного или двух рогов.

Редкость археологических находок больших кузнечных наковален объясняется тем, что в городских слоях наковальню потерять или оставить в разрушенном строении из-за ее большой величины и ценности (много металла) не могли, а погребений кузнецов вскрыто пока еще слишком мало.

---

[1] И. Гамель. Описание Тульского оружейного завода. М., 1826, стр. 139.

[2] И. И. Срезневский. Материалы для словаря древнерусского языка, т. II, стр. 292.

[3] Там же.

Кузнечные наковальни найдены: на Княжей Горе 2 экз., на Райковецком городище 2 экз. и в Киеве у Десятинной церкви 1 экз. (в раскопках 1911 г.). Они имели форму, изображенную на рис. 16. Высота наковальни с Княжей Горы равнялась 25 см, рабочая поверхность имела длину 18 см и ширину 11 см. Верхняя часть наковальни с

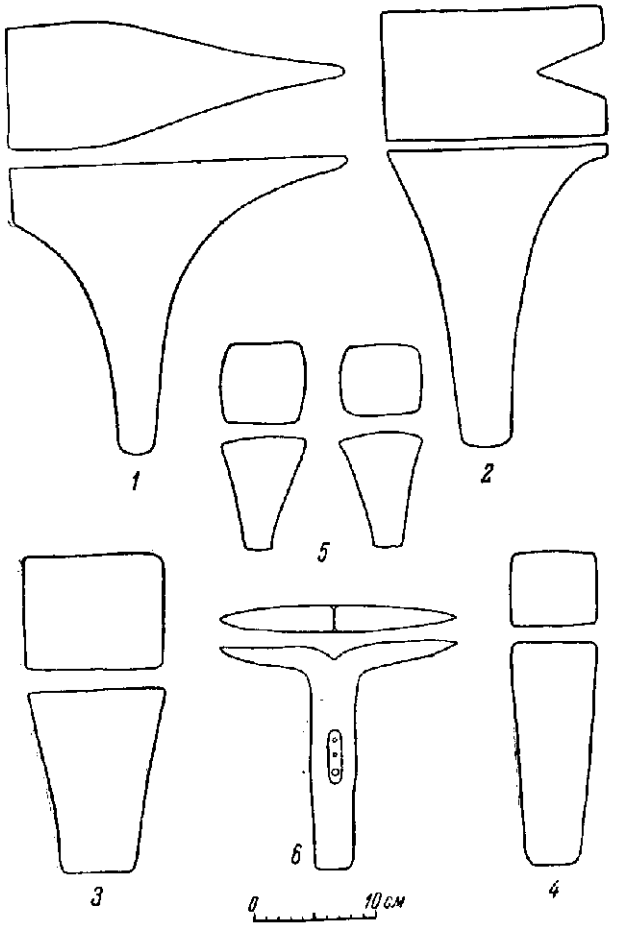


Рис. 16. Кузнечные наковальни

1 — Райковецкое городище; *2, 3* — Княжая Гора; *4* — Киев, раскопки у Десятинной церкви; *5* — ювелирные наковальни; *6* — наковальня для фигурной ковки (шперак), Княжая Гора

узкой стороны имела клиновидный вырез, образовывавший два рога. Наковальня весила около 13 кг. Наковальня Райковецкого городища имела один рог. Высота наковальни равнялась 24 см. Рабочая поверхность клинообразной формы с одной стороны переходила в круглый рог. Ширина наковальни 10 см, длина 27 см, вес около 15 кг [1].

[1] Подробное описание каждой наковальни см. в приложении на стр. 211.

Среди ювелирно-слесарных наковален прежде всего необходимо выделить наковальни фигурные. В древнерусском археологическом материале нам известно лишь несколько экземпляров подобных наковален [1]. От домонгольского же периода мне известны только две таких наковальни с Княжей Горы [2] и Екимауцкого городища [3].

Наковальня с Княжей Горы хорошей сохранности, представляет собой массивный прямоугольный стержень сечением 3,7 × × 2,6 см и высотой 19 см, с отходящими от одной из сторон под прямым углом в разные стороны рогами по 9,5 см длины каждый (рис. 17, *2*). Один рог в сечении круг-

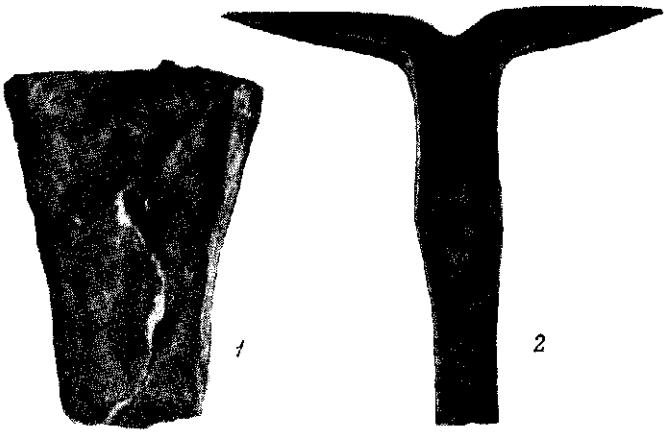


Рис. 17. Наковальни

1 — кузнечная; *2* — для фигурной ковки (шперак), Княжая Гора

лый, другой — с плоской поверхностью. В середине прямоугольного стержня имеется узкий выем, в дне которого пробито три отверстия разных диаметров. Они могли служить для пробивки в листовом материале отверстий для отковки головок гвоздей и заклепок или — ремесленнику по цветному металлу — как очки для волочения проволоки. Дата наковальни XII—XIII вв.

Обычные малые ювелирные пирамидальные наковальни, форма, размеры и вес которых приведен выше, встречаются часто и найдены, например, в Подболотьевском могильнике [4], на городище Девичь-Гора [5],

[1] Например, наковальня из Тверского кремля XIV—XV вв. Н. П. Милонов. Археологические разведки в Тверском кремле. ПИДО, 1935, № 9—10, стр. 149.

[2] Коллекция КГИМ, № 32762.

[3] ИИМК АН СССР. Лаборатория. Фонды Молдавской экспедиции.

[4] Коллекции ГИМ, № 56480, хр. 151/3.

[5] Коллекции КГИМ, № В1295.

на Княжей Горе [1], на Райковецком городище [2], в кургане у с. Пересопницы Волынской губернии [3] и в других местах. Датируются они IX—XIII вв.

Как мы видим, древнерусская кузнечная наковальня имела размер и массу, достаточные для выкова на ней большой поковки (меч, коса, лемех), и приспособления в виде рога для фигурных работ и отличалась от современной только своей нижней клиновидной частью. Переход на плоское основание в наковальне произошел позднее, в XVI—XVII вв.

Известные нам кузнечные наковальни по времени относятся к XII и XIII вв. Но изучение формы и технологии изделий кузнеца X в. позволяет нам считать, что и в X—XI вв. наковальни имели подобную же форму и вес.

Молот — инструмент для нанесения ударов при ковке. В древнерусских письменных источниках молот имел несколько огласовок —«омлат» [4], «млат» [5], «молот» и наконец «кый» [6].

Молот состоит из металлической ударной части (головки) и деревянной рукоятки [7]. Ударные плоскости головки молота в зависимости от операционных назначений имели разные формы. Для выковочных, вытяжных работ ударной плоскости придается ребровидная, закругленная форма. Современное название — задок-остряк. Кривизна формы облегчает течение металла и предупреждает срезы отдельных волокон при сильных ударах. Для расковочных, плющильных работ бойку придавали квадратную или прямоугольную, немного выпуклую или плоскую поверхность. Современное название — боек.

Наиболее распространенным молотом среди археологических находок является универсальный тип. На одном конце головки такого молота расположен боек, а на другом задок-остряк. Но встречаются молоты и с двумя бойками. Кроме того, молоты различались по весу: молоты-ручники, весом до 1,0 кг и молоты-кувалды, весом более 1 кг. В кустарной промышленности XIX—XX вв. кузнечные молоты делались из железа с наварными стальными бойками. Наваривали ли древнерусские кузнецы свои молоты — сказать трудно, так как структурных анализов молотов не производилось, а внешнее макроструктурное исследование признаков наварки не показало.

О форме деревянных рукояток в силу плохой сохранности дерева мы можем судить лишь по отверстиям рукоятки в головке молота. Рукоятки были прямоугольной, овальной и круглой формы. Длина по аналогии с современными молотами могла колебаться от 350 до 700 мм. Для упрочнения насадки головки молота в торец рукоятки часто загоняли железный клин. Подобный клин имеется в сохранившейся части рукоятки молота из Вщижа [1].

Молоты-кувалды, так же как и кузнечные наковальни, очень редки. Среди древнерусского археологического материала мне известны только три молота. Это молоты с городища Колодяжен, Княжей Горы и Житомирского могильника. Все экземпляры очень массивные и тяжелые. Длина головки, например, у молота с Княжей Горы равна 125 мм, размеры бойков 45 × 50 мм. Вес 1550 г [2]. Такой вес молота был вполне достаточен для обработки даже крупных поковок (топор, лемех, меч, коса).

Более многочисленны в археологическом материале молоты-ручники. Вес их колеблется от 0,2 до 1,1 кг. Размеры головок изменяются от маленьких, длиной 80 мм до длинных, сильно вытянутых, размером более 200 мм (рис. 18 и 19). Молоты-ручники найдены на городищах Княжая Гора, Девичь-Гора, Райковецком, Колодяжен, Вщижском, Старорязанском, Ижевском, в Подболотьевском могильнике, Владимирских курганах, в Елизаро-Михайловском могильнике и на ряде других археологических памятников.

---

[1] Коллекции КГИМ, № С58104.

[2] Коллекции Института археологии АН СССР

[3] Е. Н. Мельник. Раскопки в земле лучан, произведенные в 1897—1898 гг. Труды XII археологического съезда, т. 1.

[4] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. II, стр. 667.

[5] Там же, стр. 293.

[6] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. I, стр. 1416.

[7] Известны 4 экземпляра древнерусских молотков с железной рукояткой. Это молотки — гвоздодеры и рассматриваются нами в главе деревообделочного инструмента.

---

[1] Коллекции ГИМ, оп. 1115/870. Части деревянных рукояток известны мне лишь на молотах, найденных во Вщиже и в Подболотьевском могильнике.

[2] Подробное описание всех молотов см. в приложении на стр. 211.

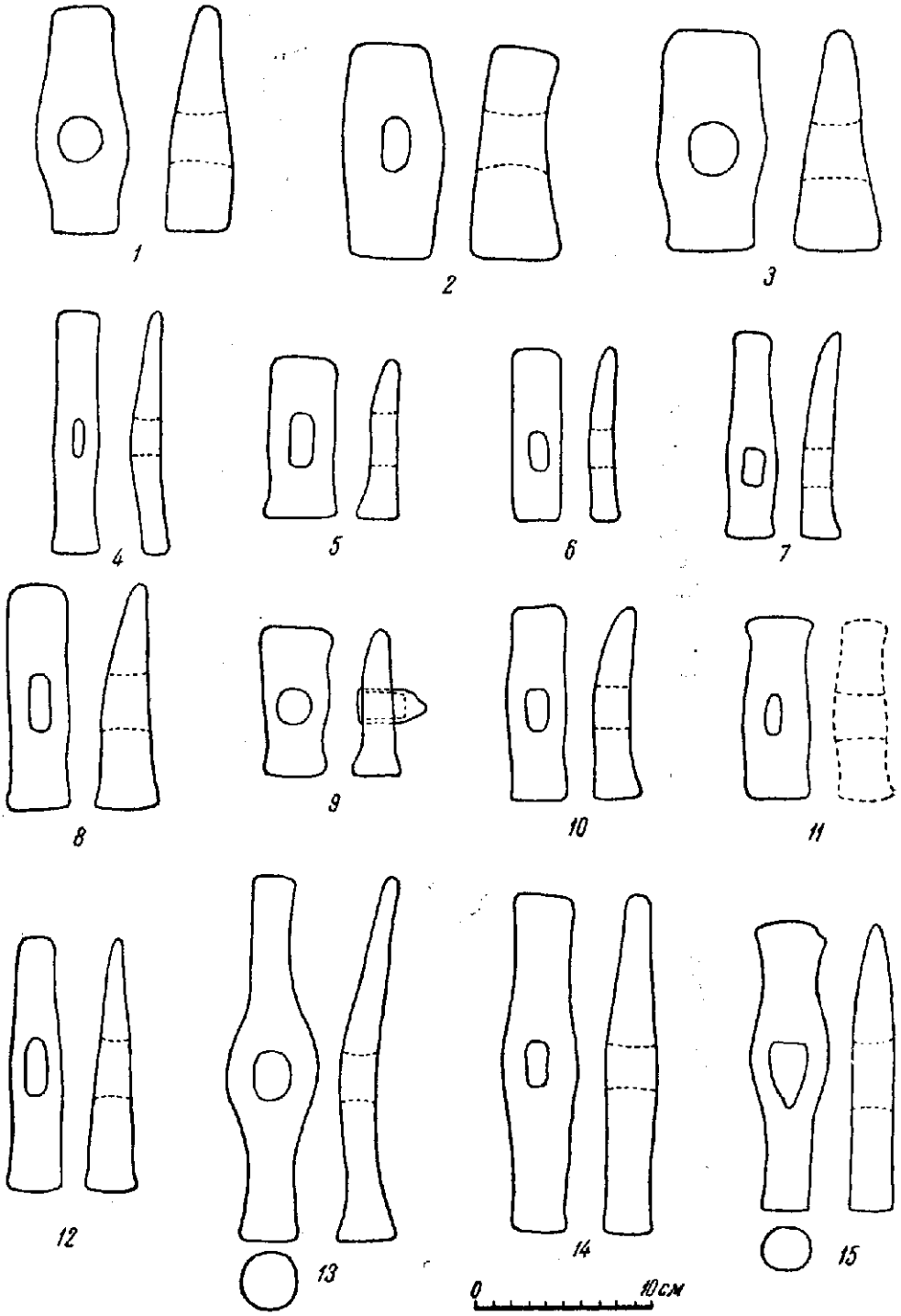
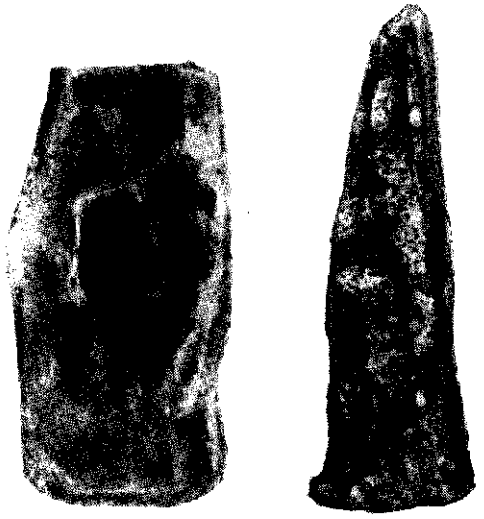


Рис. 18. Кузнечные молоты и молотки

Молоты: *1* — Житомирский могильник; *2* — Княжая Гора; *3* — городище Колодяжен. Молотки: *4, 6, 8* — Подболотьевский могильник; *7, 14* — Княжая Гора; *9* — Вщиж; *10* — Старая Рязань; *11* — Ижевское городище; *12* — Райковецкое городище; *13* — Древнерусское городище на Киевщине; *15*—Владимирские курганы

Уже в X в. молоты-кувалды и молоты-ручники имели конструктивную форму, максимально отвечающую функциональным условиям данного инструмента, и сохранили эту форму до настоящего времени.

Клещи — инструмент, которым кузнец держит в руках раскаленное железо. Они



1 2

Рис. 19. Кузнечный молот с Княжей Горы (*1*) и молоток из Подболотьевского могильника (*2*)

служили для извлечения поковки из горна, удержания и поворачивания ее на наковальне. В древней Руси клещи носили такое же название, как и в настоящее время: «Спадоша клеще с небесе, нача ковати оружье» [1]. Иногда употреблялся синоним «изымало» [2].

Кузнечные клещи делались исключительно шарнирные, из двух половинок. Пинцетообразные клещи применял только ювелир.

По конструкции и размерам клещи резко разделяются на собственно кузнечные клещи и кричные клещи. С первыми работал кузнец в кузнице, держа в руках нагретую поковку, вторые употреблял только кричник-металлург для вынимания крицы из сыродутного горна и удержания ее при проковке. Оба вида клещей представлены среди археологических находок на городищах и в погребениях.

Кузнечные клещи. По форме и размерам их можно подразделить на группу больших клещей — для крупных поковок и группу малых одноручных клещей с хорошо подогнанными губами — для средних и небольших изделий. Губы у обоих видов на всех экземплярах ложатся одна на другую по всей ширине щеки. Это достигается на больших клещах благодаря изгибу губы после шарнира в сторону второй половины и небольшим расплющиванием конца щеки. На малых клещах это наложение происходит благодаря наличию небольшого колена утолщения на щеке после шарнира.

Средний размер больших клещей колеблется около 40—45 см, достигая на клещах из Подболотьевского могильника длины 51,5 см. Средний размер малых клещей — около 20 см. Наименьший экземпляр подобных клещей имеет длину 14,5 см (рис. 20 и 21). Все клещи изготовлялись из обычного кричного железа.

Кузнечные клещи найдены на городищах Княжая Гора, Старая Рязань, Девичь-Гора, Старая Ладога, Райковецком, Сарском, в Галиче, во Владимирских и Шестовицких курганах, в Подболотьевском и Елизаро-Михайловском могильниках [1].

Кричные клещи. Все экземпляры крупного размера, с характерными большими закругленными губами для обхвата крицы и длинными рукоятками. Нам известны только четыре экземпляра этих клещей — три экземпляра из Новгорода и один с Райковецкого городища. Новгородские клещи имели длину 77 см. Круглые губы для обхвата больших криц были длиной 16,5 см (рис. 22).

В связи с описанием клещей следует рассмотреть еще один вид инструмента, обычно определяемого археологами как кузнечные клещи. Я имею в виду клещи-кусачки из Владимирских курганов, Новгорода, Старой Рязани и городища Старая Ладога (рис. 23) [2].

Ни кузнецу (по железу), ни слесарю при их технологических приемах не требуются кусающие инструменты подобного рода. Для разрезания металла они применяли только зубило. Пользоваться подобными клещами для удержания нагретого металла

---

[1] ПСРЛ, II, стр. 274.

[2] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 135.

[1] Подробное описание клещей см. в приложении на стр. 212.

[2] Подобное описание клещей-кусачек см. в приложении на стр. 214.

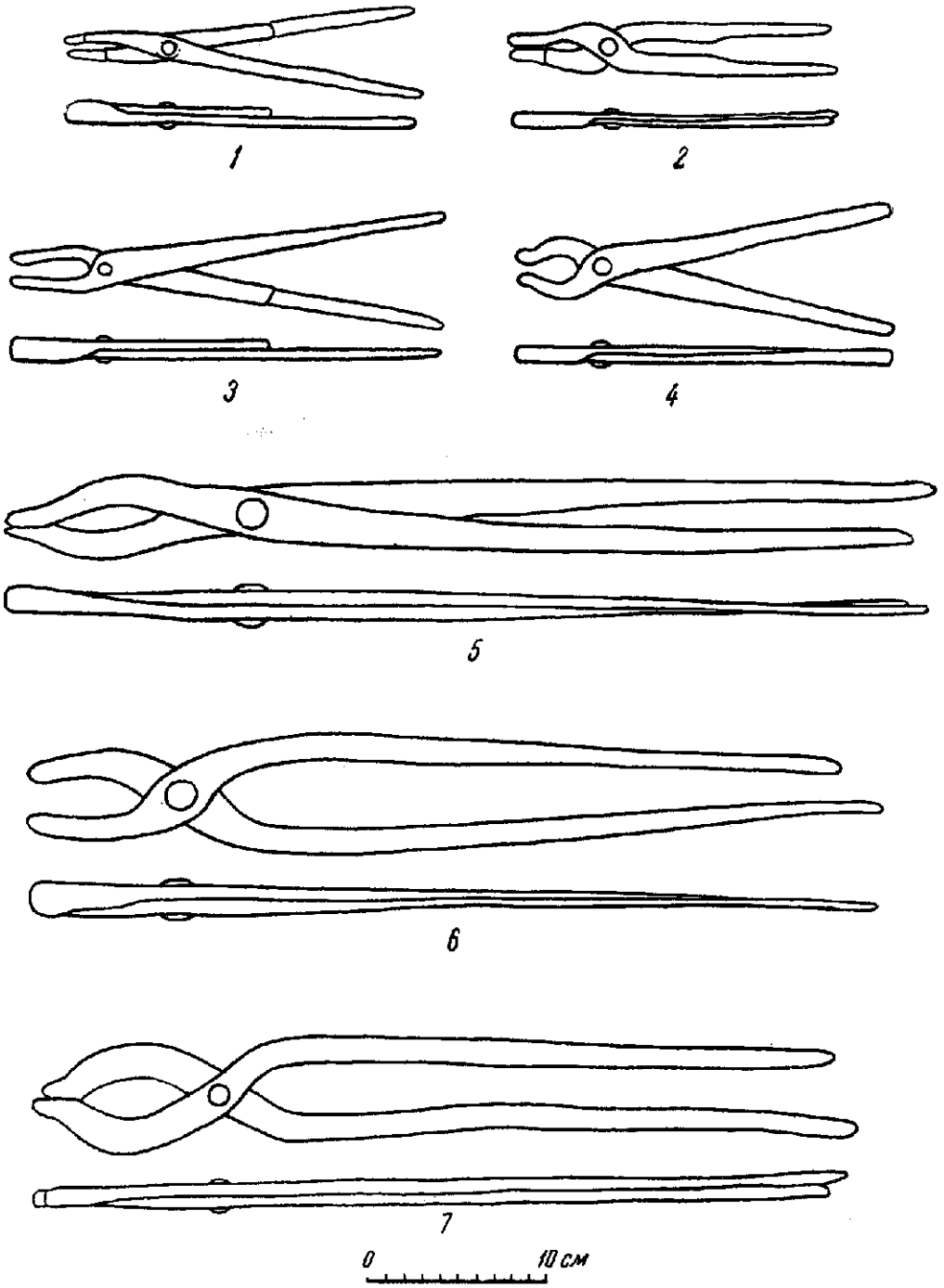


Рис. 20. Кузнечные клещи

1, 5 — Подболотьевский могильник; *2* — Старая Ладога; *3, 6* — Княжая Гора; *4* — Владимирские курганы; *7* — Девичь-Гора

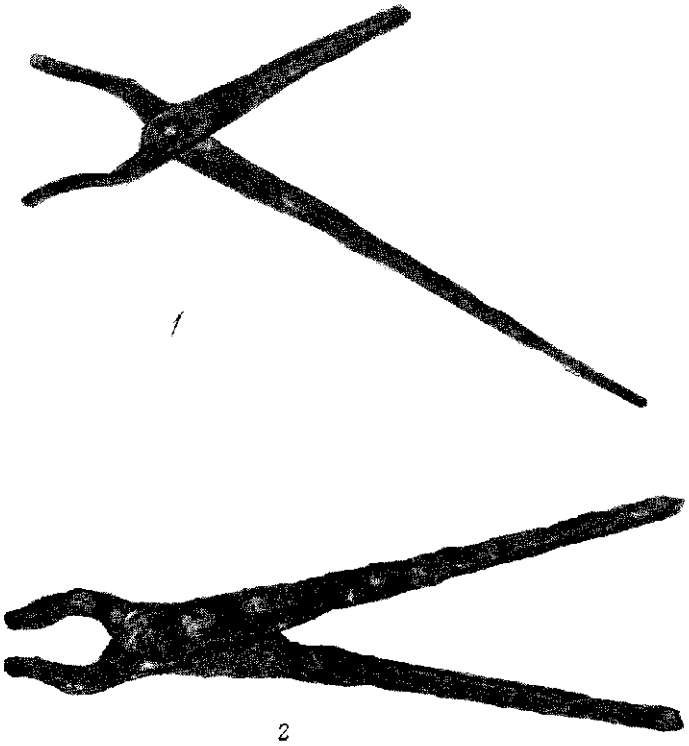


Рис. 21. Кузнечные клещи с Княжей Горы (*1*) и из Владимирских курганов (*2*)

волочильщикам и др.), работавшим прежде всего с цветной проволокой (филигрань). Они служили им для обрезания проволоки и ее захвата при волочении.

Все описанные нами кузнечные клещи, подобно молоткам, уже в X в. имели рационально сконструированную форму и изготовлялись различных размеров в зависимости от величины поковки. Такая конструкция клещей дожила до наших дней.

Зубило — режущий инструмент в форме клина; при работе зубилом по нему наносят молотком ряд ударов. Существует два типа зубил: зубила для горячей рубки (когда обрабатываемый металл находится в нагретом состоянии), которые употреблял кузнец, и зубила для холодной рубки, которые употребляли слесарь и ювелир. У зубил для горячей рубки обязательная деталь — рукоятка для держания зубила. Оба типа зубил представлены в археологическом материале.

Кузнечные зубила для горячей рубки всегда имели большой размер и массивные лезвия. Они найдены на городище Княжая Гора, Девичь-Гора, на городище у с. Бобрища Каневского уезда, в Подболотьевском могильнике (рис. 24). Все они имеют широкое лезвие — до 50 мм и угол заточки в 50—70° [1].

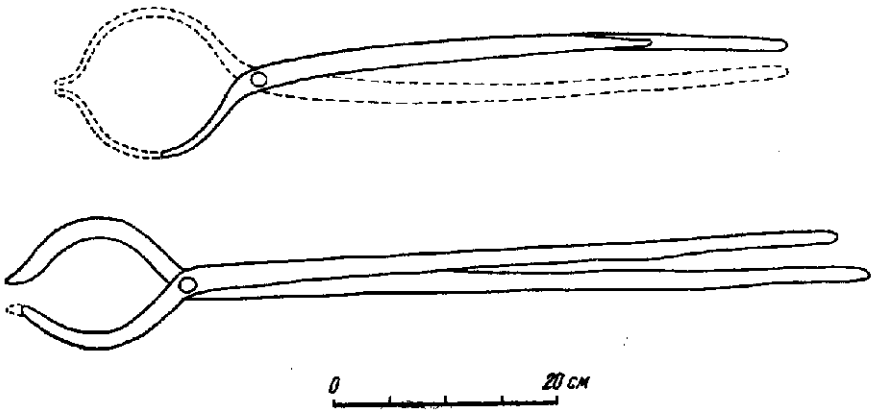


Рис. 22. Кричные клещи из Новгорода

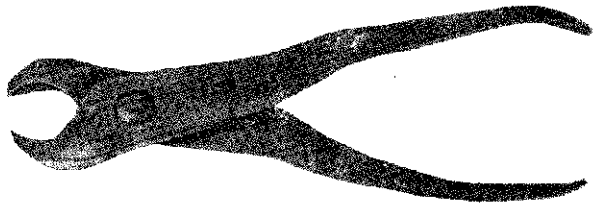


Рис. 23. Клещи-кусачки из Старой Рязани

также очень неудобно. Все эти инструменты принадлежали ремесленникам по цветному металлу (кузнецам по меди, серебренникам,

Зубила для холодной рубки отличаются от кузнечных, во-первых, своими малыми размерами и отсутствием отверстий для рукояток и, во-вторых, повышенной твердостью лезвия. Эти зубила являются прежде всего инструментом слесаря и ювелира. Конечно,

[1] Подробное описание каждого экземпляра см. в приложении на стр. 214.

мог употреблять их и кузнец. В археологическом материале слесарные зубила представлены более широко, чем кузнечные. Мы их находим в могильниках и курганах, в городских и городищенских слоях. По

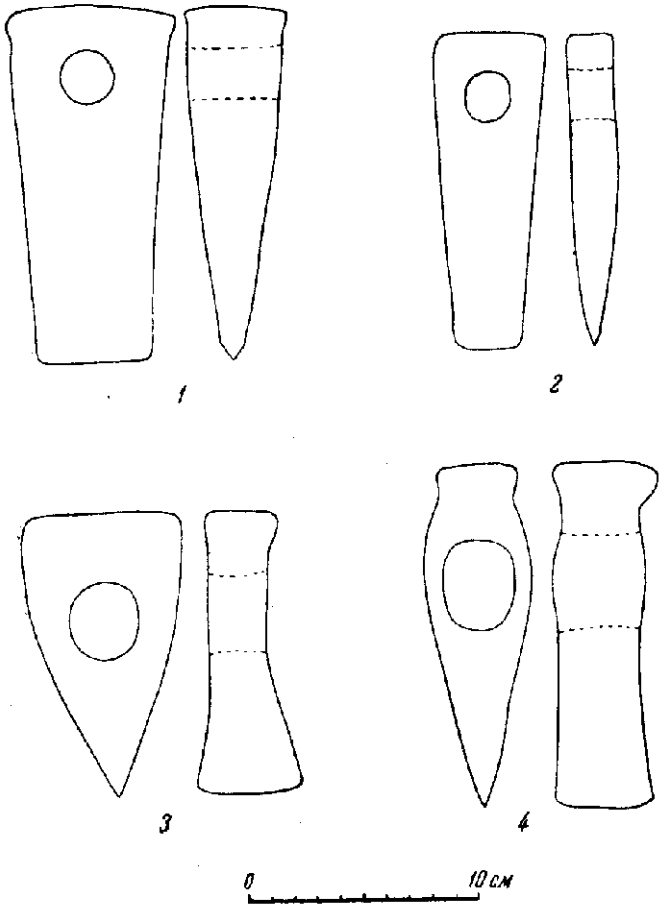


Рис. 24. Кузнечные зубила

1 — Подболотьевский могильник; *2*, *4* — Княжая Гора; *3* — городище у с. Бобрища

длине эти зубила не превышают 75 мм. Ширина лезвий разнообразна. Она колеблется от 8 до 33 мм. На рис. 25 изображены слесарные зубила с некоторых археологических памятников. Из них 4 зубила были подвергнуты металлографическому изучению. Шлифы были сделаны на продольном сечении лезвий [1].

Перед нами обнаружилась очень интересная технология изготовления древнерусских слесарных зубил. Зубила делали цельностальными или железными с наваренными лезвиями. Лезвие зубил подвергали термической обработке — закалке. Из четырех исследованных зубил все сохранили термическую обработку. Лезвие зубил Рязань-10, Федяшево-3, Глазов-9 было закалено на мартенсит. Микротвердость острия колебалась от 724 до 919 единиц по Виккерсу. Подобным зубилом слесарь очень легко мог рубить любое железное и стальное изделие.

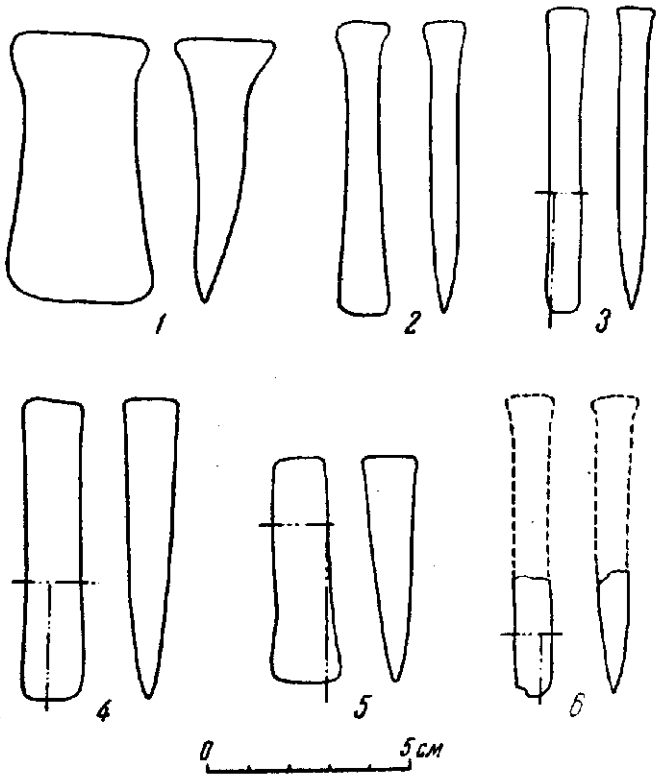


Рис. 25. Слесарные зубила

1, *2* — Княжая Гора; *3* — Федяшевское городище; *4* — Старая Рязань; *5* — Псков; *6* — Городище Глазовского района

Древнерусские слесари и специализированные кузнецы, кроме описанных зубил, применяли для рубки металла еще один вид инструмента. Это так называемая подсечка или нижнее зубило. Экземпляр подобного зубила найден на Райковецком городище [1]. Он состоит из клина-зубила, переходящего на другом конце в пирамидальное острие (рис. 26), которым зубило вбивается в массивную деревянную подставку. Размеры инструмента таковы. Общая длина 75 мм, длина зубильного клина 38 мм. Ширина лезвия 22 мм. Угол лезвия 30°.

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 214.

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище, Киев, 1950, стр. 109.

Предмет, который необходимо перерубить, кладут на лезвие зубила и по нему ударяют молотком. Подобные зубила являются одним из основных инструментов гвоздочника. На нем, при массовом изготовлении гвоздей, гвоздочник отрубает тело вытянутого стержня. Применяли подобные зубила и ювелиры для обрубания проволоки.

Бородки. Большое количество древнерусских железных изделий имеет на своем теле сквозные отверстия разных размеров

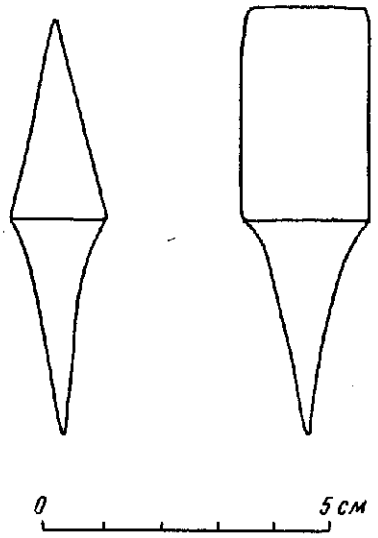


Рис. 26. Кузнечная подсека (нижнее зубило)

и форм. Изготовить эти отверстия (пробить) можно лишь с применением особого инструмента, называемого пробойником или бородком. При работе с бородком ставят под изделие, на месте, где нужно пробить отверстие, подставку с отверстием соответствующего размера. Это необходимо для прохода части пробиваемого металла и конца бородка.

Среди археологических материалов трудно выделить этот вид инструмента, так как он мало чем отличается от простого железного заостренного стержня или чекана ювелира. Но технологический анализ древнерусских вещей с несомненностью говорит о применении древнерусскими кузнецами подобного инструмента. Заостренный конец бородка должен был делаться из стали и термически обрабатываться.

Обжимки. Технологическое изучение фигурной кузнечной продукции выясняет наличие еще одного кузнечного инструмента, пока еще не имеющегося среди археологического материала. Речь идет о фигурных штампах-обжимках и подкладках. Ряд кузнечных изделий, например стрелы, имеют у черенка тонкие фигурные венчики, выполнить которые можно лишь путем давления фигурным штампом-обжимкой. К числу железных предметов, изготовленных с применением обжимок, можно отнести рязанские весы, фигурные пряжки, поясные наборы, фибулы, булавки, бляхи, подвески, железные украшения сбруи, копья, стрелы, фигурные удила, гирьки и т. п.

Технология работы со штампом-обжимкой заключалась в следующем. При одностороннем профилировании на наковальню клали кусок нагретого железа определенного размера. На него в требуемом месте накладывали штамп-обжимку, на котором в негативном изображении был нанесен рисунок изделия, и затем ударяли молотом. Если предмет профилировали со всех сторон, то под штамп-обжимку дополнительно ставили также фигурную подкладку.

Гвоздильня. Для изготовления головок гвоздей и заклепок требуется особое приспособление, в современной технике называемое гвоздильней. Это толстая плоская пластина-планка с одним или несколькими отверстиями круглой или квадратной формы, на которой осаживают и расклепывают головки гвоздей и заклепок. Шляпки-головки большинства древнерусских гвоздей и заклепок осажены и расклепаны и, следовательно, могли быть сделаны только на гвоздильне.

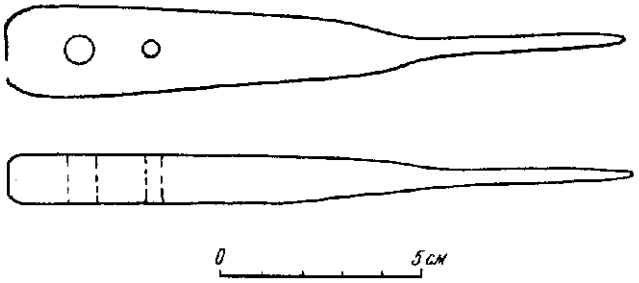


Рис. 27. Гвоздильня

Среди археологических материалов гвоздильни встречаются очень редко. Гвоздильня хорошей сохранности найдена на Княжей Горе (рис. 27). Это толстая пластина длиной

120 мм, шириной 20 мм и толщиной 10 мм, имела два круглых отверстия разного диаметра[1]. На одном конце пластина гвоздильни переходит в заостренный черенок. На этот черенок надевалась рукоятка, за которую держали гвоздильню во время работы.

ГЛАВА IV

ИНСТРУМЕНТАРИЙ СЛЕСАРЯ

Один из наиболее сложных специализированных инструментов ремесленника по обработке металла — это напильник. Он служит для опиловки и грубой шлифовки металла, находящегося в холодном состоянии, или иного материала, например кости. Б. А. Рыбаков на основании анализа продукции древнерусских кузнецов пришел к выводу, что «начиная с IX—X вв. и далее, русские мастера применяли напильники для самых различных работ как по цветным металлам, так и по железу»[2].

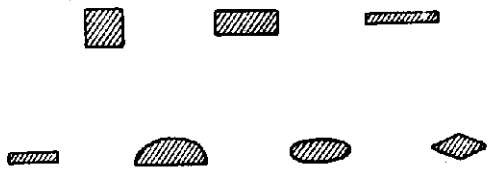


Рис. 28. Формы сечения древнерусских напильников

Нами в музеях Москвы и Киева и в археологических коллекциях ИИМК АН СССР и Института археологии АН УССР обнаружено 24 древнерусских напильника. Найдены эти напильники в древнерусских городах, городищах и погребениях. Напильник представляет собой инструмент в виде бруска того или иного сечения, с насеченными на его поверхности зубьями и с черенком на одном конце для рукоятки.

Длина полотна древнерусского напильника колебалась от коротких в 68 мм до длинных в 135 мм. По сечению полотна напильники были квадратные, прямоугольные, ромбовидные, овальные и полукруглые (рис. 28). На всех напильниках насечка зубьев ручная. Строение зуба, например, на напильнике Вышгород-7 было: угол заострения колебался от 95 до 100°, задний угол 24—25°, следовательно угол резания равен 120—125°. Шаг зубьев равнялся 0,9—1,0 мм, на других 1,0—1,2 мм, но не превышал 1,2—1,4 мм.

Древнерусские напильники имели как однорядную прямую или косую насечку, так и перекрестную насечку (рис. 29 и 30).

Для изучения технологии производства напильников 14 экземпляров были подвергнуты микроструктурному исследованию[1].

Среди напильников 12 экземпляров оказались цельностальными и два — железными с цементированной поверхностью. Все 14 напильников находились в термически обработанном состоянии. Основной структурой на большинстве исследованных напильников был мартенсит с троститом. Микротвердость закаленных напильников колебалась от 657 до 824 единиц по Виккерсу.

Технология изготовления стального напильника распадается на четыре самостоятельных операции, из которых две последние являются довольно сложными технологическими приемами. Технология изготовления напильника заключается в отковке полотна с черенком, обточке поверхностей на точильном кругу, насечке зубьев и термической обработке. В железных напильниках с цементированной поверхностью к этим приемам прибавляется еще операция цементации зубьев насечки. В известном трактате Теофила «Schedula diversarum artium», относящемся к X—XI вв. и посвященном технике различных художественных ремесл, имеется глава, описывающая изготовление напильника. Приведем ее полностью.

«Тяжелые и средние напильники изготовляются из однородной стали. Они бывают четырехгранные, трехгранные и круглые.

[1] Коллекции КГИМ.

[2] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 215.

[1] Подробное описание всех напильников и структур исследованных шлифов см. в приложении на стр. 216.

Делают еще и другие, более тяжелые напильники. Тогда они должны быть сделаны внутри из мягкого железа, а снаружи покрыты сталью. После того как напильники как напильники опробованы со всех сторон ударом, производят закалку»[1]. В другой главе говорится о производстве совсем маленьких напильников из железа с последующей цементацией зубьев насечки и термической обработки[2].

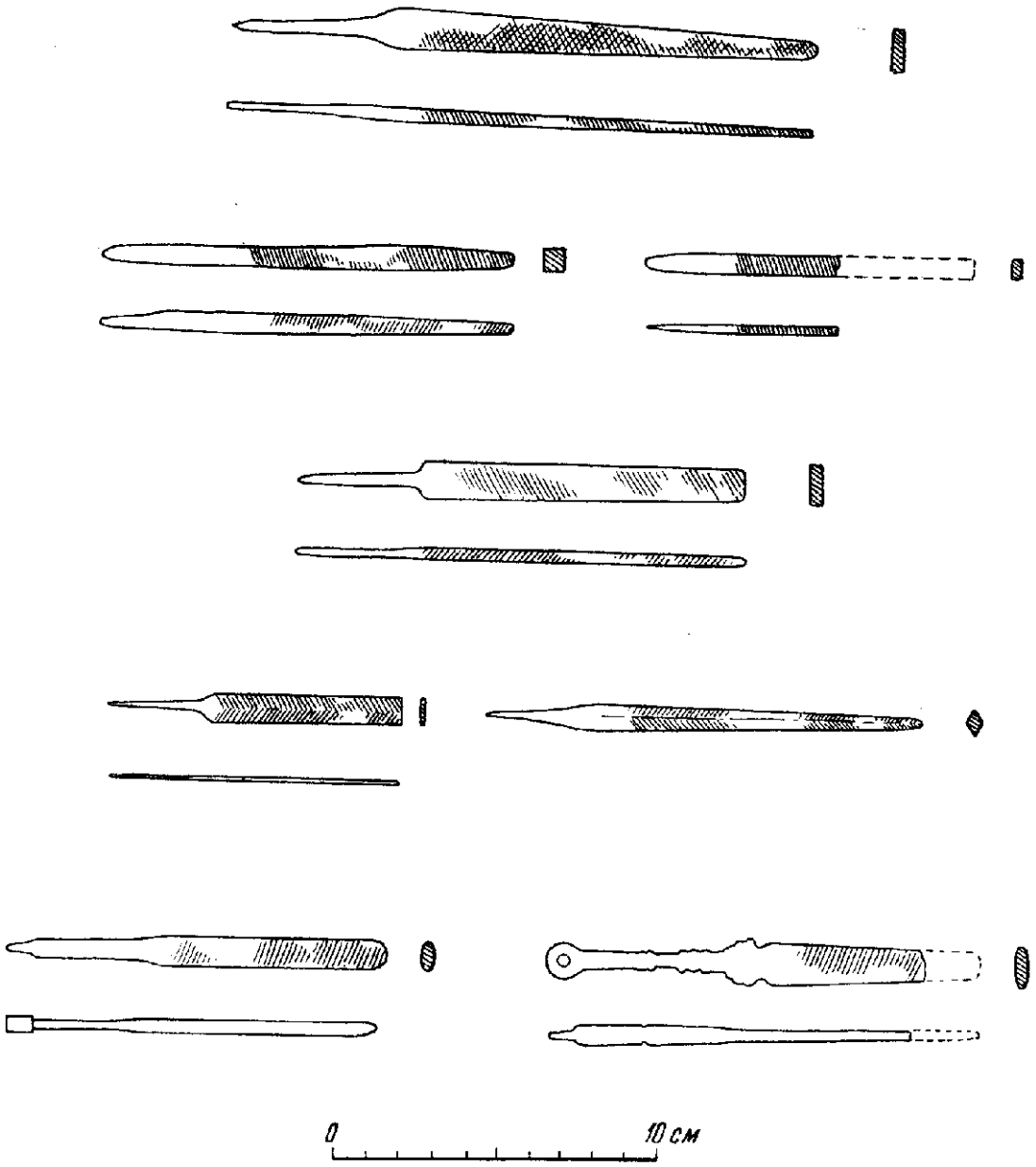


Рис. 29. Древнерусские напильники

соответствующих размеров изготовлены мастером, они выравниваются на кругу (круглом точиле.— *Б. К.*), а потом насекаются посредством молотка, заостренного с обеих сторон. Другие напильники насекаются зубилом, о котором мы говорили выше. Такие напильники служат для обработки предмета, после того как его предварительно опиливают более грубым способом. После того

Подобную технологию мы с полным основанием можем представить и для описанных нами стальных, термически обработанных напильников древней Руси.

---

[1] W. Theobald. Ук. соч., стр. 71.
[2] Там же, стр. 72.

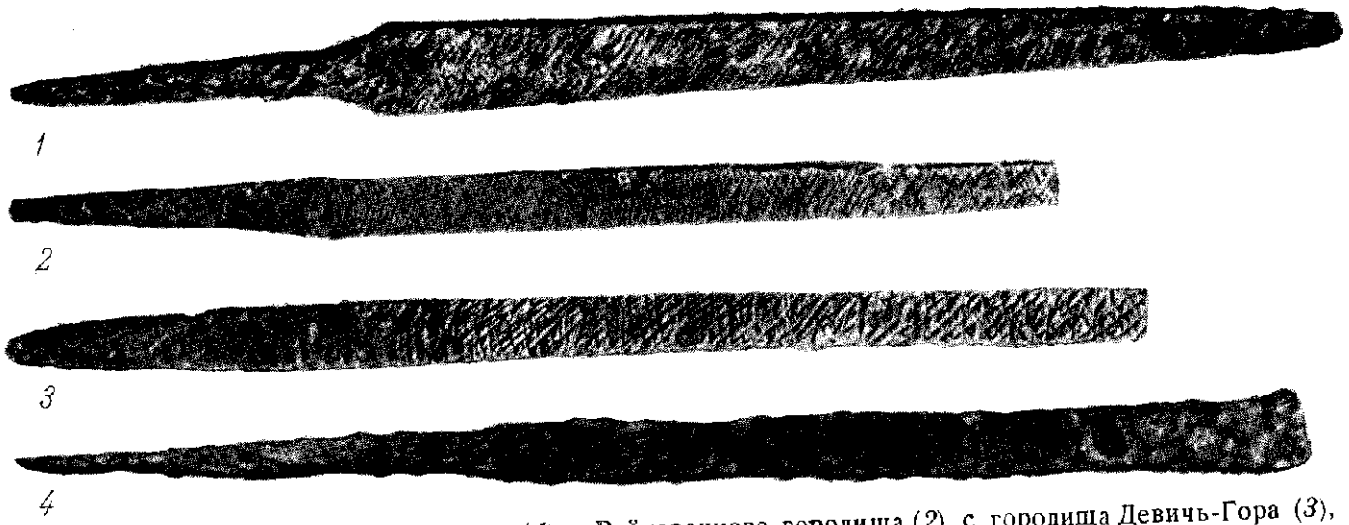


Рис. 30. Напильники из Вышгорода (*1*), с Райковецкого городища (*2*), с городища Девичь-Гора (*3*), с Федяшевского городища (*4*)

Как я уже говорил, наиболее трудные операции при изготовлении напильника — это насечки зубьев и термическая обработка. Насекание зубьев на отожженной стали и железе, согласно описанию Теофила, производилось зубильным молотом или зубилом. Оба инструмента представлены в древнерусском археологическом материале. Зубильный молот с Княжей Горы[1] представляет собой молоток длиной 95 мм, с двумя поперечными лезвиями, очень похожими на зубило. Ширина лезвий 26 мм, отверстие для рукоятки прямоугольное, размером 19 × 11 мм (рис. 32). Зубила нами подробно описаны выше. Зубильный молот применяли, вероятнее всего, для насекания однорядной насечки. Примером напильника, назубренного зубильным молотом, может служить грубая насечка напильника Новгород-13.

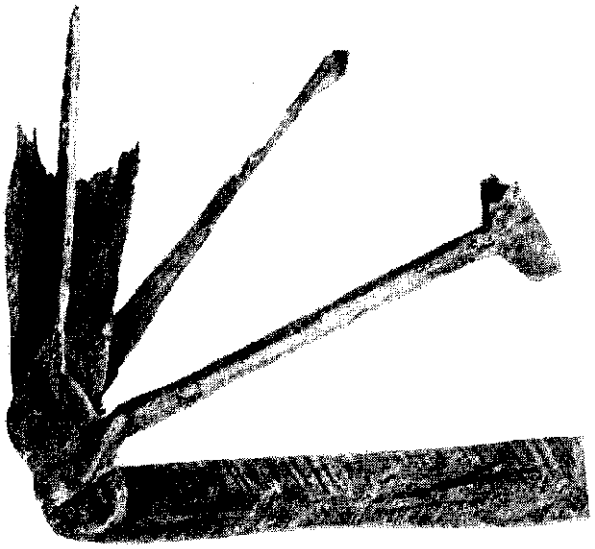


Рис. 31. Напильник из Новгорода

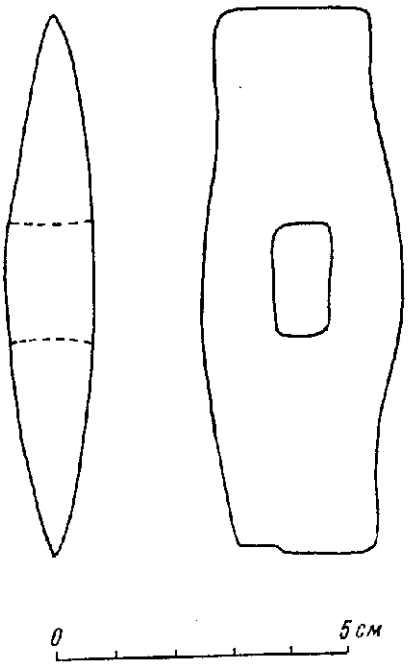


Рис. 32. Насекальный молоток

Напильники с фигурной насечкой (Новгород-11 и 14, рис. 31), могли насекаться только зубилом. Зубилом насекали и очень

[1] Коллекции КГИМ, № 1624, по описи 1949 г.

тонкую и точную насечку напильника (Райки-9 и Псков-14). О термической обработке и цементации напильников мы подробно будем говорить ниже в разделе термической обработки. Здесь только заметим, что большинство напильников (8 экземпляров) закалены на мартенсит, т. е. имели высшую твердость. Подобная технология применяется и в настоящее время — после насечки напильники калят без отпуска.

История напильника ярко показывает нам связь формы инструмента с технологической дифференциацией ремесла и, в частности, зависимость насечки напильника от кузнечной специализации и выделения слесарных (т. е. обработка металла в холодном состоянии) профессий.

До тех пор, пока напильник был одним из рядовых инструментов кузнеца с широким производственным профилем, т. е. применялся от случая к случаю, насечка оставалась однорядной, с прямым или косым направлением. Подобные напильники мы встречаем в античности [1] и довольно продолжительное время в средневековье. О. Дик, написавший историю напильника на основе западноевропейского материала, считает, что однорядная насечка существовала в Западной Европе до конца XIV в., когда в Нюренберге появилась перекрестная насечка [2]. В чем же заключается различие между напильниками с однорядной и перекрестной насечкой? Зубья напильника с однорядной насечкой были сплошные, во всю ширину полотна, вследствие чего при опиловке они встречали большое сопротивление металла и, кроме того, поверхность получалась неровная — напильник часто «задирал». Работать с таким напильником было очень трудно, и особенно тяжелой работа стала тогда, когда по мере специализации ремесла мастер начал пользоваться им постоянно как основным инструментом. Выход постепенно был найден во введении дополнительной перекрестной насечки поверх основной. Зуб стал мельче, стружка более дробной, благодаря чему она стала оказывать значительно меньшее сопротивление и легче удалялась из-под инструмента.

[1] F. M. Feldhaus. Die Technik der Vorzeit... Lpz., 1914, стр. 289.

[2] O. Dick. Die Feile und ihre Entwicklungsgeschichte, 1925.

Археологические материалы позволяют нам установить, что в древней Руси напильники с перекрестной насечкой появляются не позднее XII в. Пример этого — напильники из Вышгорода (Вышгород-7) и Райковецкого городища (Райки-9). Появление подобной формы насечки на напильниках было связано со специализацией металлообрабатывающего ремесла и, в частности, с широким распространением замочного дела.

Итак, напильник — основной инструмент холодной обработки металла в древней Руси — уже в X в. делается из стали и обрабатывается термически (закалка на мартенсит). В XII в. он приобретает вполне современную форму и качество (перекрестная насечка и термическая обработка). Напильник из Райковецкого городища или из Вышгорода абсолютно ничем не отличался от кустарного напильника XX в.

При опиловочных, ювелирных и особенно слесарных работах было необходимо зажимное приспособление для удержания обрабатываемого предмета. В настоящее время подобным зажимом являются металлические тиски. Были ли в древней Руси металлические тиски — нам неизвестно, но вероятнее всего не были, так как металлических винтов в древнерусском археологическом материале мы не встречаем. Но в XII—XIII вв. слесари и ювелиры могли применять деревянные винтовые тиски-зажимы. Среди материалов Райковецкого городища был найден обуглившийся деревянный винт, диаметром около 90 мм и шагом резьбы 30 мм [1], очень напоминающий винты от столярных верстаков.

Какое конкретное назначение имел найденный винт, мы не знаем, но очень вероятно допустить применение его для зажима-струбцинки у столяра или слесаря. Кроме того, могли применяться клиновые или кольцевые зажимы.

Обзор инструментария древнерусского ремесленника по обработке черного металла на примере многочисленных археологических находок показал нам, что инструмент кузнеца и слесаря имел развитые, рационально разработанные формы и конструкции. Древнерусские кузнецы не позднее IX в. выработали такие формы инструмента и оборудования, которые в русской метал-

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 123.

лообрабатывающей промышленности просуществовали многие сотни лет.

«Время от времени,— пишет К. Маркс,— происходят изменения (в технике ремесла.— *Б. К.*), которые вызываются кроме нового материала труда, доставляемого торговлей, постепенным изменением инструмента труда. Но раз соответственная форма инструмента эмпирически найдена, застывает и рабочий инструмент, как это показывает переход его в течение иногда тысячелетия из рук одного поколения в руки другого» [1].

Подобное изменение в технике ремесла на территории Восточной Европы в целом происходило, вероятнее всего, в течение неясных для нас VII—VIII вв. Такой качественный переход мог совершаться только в непосредственной связи с начавшимся разделением труда, отделением ремесленного производства от сельского хозяйства и с развитием техники городского ремесла.

Созданные в это время эмпирическим путем технические элементы и конструкции в разнообразных видах наковален, молотов, молотков, кузнечных клещей, зубил, подсек, бородков, обжимок и подкладок, гвоздилен, напильников и т. п. инструментах сохранились до современности.

[1] К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 491.

ГЛАВА V

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Приступая к описанию технологии древнерусского металлообрабатывающего ремесла, мы должны выделить такие виды изделий, которые могут быть наиболее характерными для ремесленной техники обработки железа и стали.

Как известно, инвентарь древнерусских железных и стальных изделий насчитывает более 150 наименований. Из этого числа можно выделить около 50 видов качественных изделий. К числу качественных мы относим такие изделия, к рабочей части которых, кроме формы, предъявляются еще высокие, специфические в том или ином случае, технические (механические и физико-химические) требования.

К числу качественных мы относим: из орудий труда — серпы, косы, ножницы, ножи, мотыги, топоры и т. п., из оружия — мечи, сабли, копья, кинжалы, из инструмента — зубила, напильники, чеканы, резцы, пилы, долота, стамески, токарные резцы и т. п., из домашней утвари — кресала, иглы. Остальные изделия, относимые нами к некачественным, в своих технических условиях, кроме формы и обычных механических свойств железа, ничего не требовали. Сюда относятся: гвозди, заклепки, скобы, цепи, украшения из железа и конская сбруя, кольчуги, булавы, молотки, клещи, наковальни, лопаты, сошники, сковороды, оковки и т. п., всего более 95 видов.

Вполне понятно, что и технология изготовления качественных изделий была значительно сложнее и более трудоемкой, а следовательно и более характерной для ремесла, чем технология производства утвари, украшений, орудий труда и инструмента, сделанных только из железа.

Нами изучена технология производства более 50 видов железных и стальных древнерусских изделий на нескольких тысячах экземпляров археологически известных предметов. Из этого числа 286 изделий были подвергнуты разностороннему металловедческому исследованию.

Каждый вид изделий мы будем изучать в отдельности, в порядке их функциональной принадлежности. Сначала мы рассмотрим универсальные орудия труда — ножи и ножницы, затем группу сельскохозяйственных орудий труда, деревообделочный инструмент, оружие и разную утварь.

Были исследованы следующие виды изделий [1]:

[1] Подробную паспортизацию указанных изделий мы даем в приложении на стр. 251, список археологических памятников, с которых были взяты изучаемые вещи, см. на стр. 16.

А. Орудия труда

1. Ножи . . . . 63 экз.
2. Ножницы . . 9 „
3. Серпы . . . . 23 „
4. Косы . . . . 12 „
5. Топоры . . . 22 „
6. Сошники . . 1 „
7. Лопата . . . 1 „
8. Гарпуны . . . 2 „
9. Крючки рыболовные . . . . 1 „
10. Остроги . . . 1 „

Б. Инструменты

1. Зубила . . . 4 экз.
2. Напильники . 14 „
3. Долота . . . 12 „
4. Скобели . . . 4 „
5. Струг по дереву . . . . . 1 „
6. Резцы . . . . 6 „
7. Струг по коже 1 „
8. Резак . . . . 1 „
9. Сверла . . . 2 „
10. Тесла . . . . 2 „
11. Пилы . . . . 2 „

В. Оружие

1. Мечи . . . . 12 экз.
2. Копья . . . . 25 „
3. Боевые топорики . . . . . 5 „
4. Стрелы . . . 11 „
5. Шлемы . . . 1 „
6. Кольчуга . . 2 „
7. Умбоны . . . 1 „

Г. Домашняя утварь

1. Замки (корпуса) . . . . . 5 экз.
2. Ключи от замков . . . . . 4 „
3. Пружины замочные . . . 12 „
4. Кресало . . . 1 „
5. Чапельник . . 1 „
6. Кочедык . . . 2 „
7. Дужка . . . . 1 „

Д. Прочие изделия

1. Гвозди . . . 12 экз.
2. Заклепки . . 3 „
3. Скобы . . . . 1 „
4. Подковы . . 1 „
5. Удила . . . . 1 „
6. Шпоры . . . 1 „

ГЛАВА VI

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОЖЕЙ

Из железных изделий **нож** — наиболее часто встречаемая находка. Археологи много их находят в древнерусских городах, городищах, селищах, курганах и могильниках. Функционально наиболее универсальное орудие труда — нож был необходимой принадлежностью мужчины и женщины, земледельца и ремесленника, воина и охотника, в рукоделии и при приготовлении пищи. В курганах и могильниках ножи составляют один из самых массовых инвентарей погребения и встречаются безразлично с мужскими и женскими костяками. У некоторых славянских народностей еще до настоящего времени нож служит символом хозяйственности, например, у хорватов жених при обручении дарит невесте нож. Б. А. Рыбаков установил, что в Черниговских курганах ножи являются обязательной принадлежностью захоронений взрослых женщин и отсутствуют в могилах подростков [1]. Наши музеи в настоящее время насчитывают несколько тысяч экземпляров древнерусских ножей.

[1] Б. А. Рыбаков. Древности Чернигова. МИА, № 11, М.— Л., 1949, стр. 20.

Древнерусский нож по своей форме мало чем отличается от современного кухонного ножа кустарного производства, с деревянной или костяной рукояткой на черенке. Основное и единственное отличие заключается в форме сечения лезвия. Все древнерусские ножи имеют клиновидное сечение, а поэтому спинка лезвия у них всегда толще, чем у современного. Угол клина, а следовательно и острия лезвия, колеблется от 15 до 25°. Размеры клинка по длине варьируются от очень маленьких, миниатюрных лезвий величиной в 4 см до больших массивных полотен размером 18—20 см. Мне известен экземпляр ножа с Княжей Горы длиной в 40 см [1]. Формы древнерусского ножа разнообразны, но в основном они варьируются вокруг двух видов — клинка с прямой спинкой и криволинейным лезвием и клинка с криволинейной спинкой и криволинейным лезвием (кинжалообразные). По вообще даже форма одного ножа не стабильна и изменяется во время эксплоатации путем заточки лезвия и конца клинка. В археологической литературе при описании находок

[1] Коллекции КГИМ.

иногда пытались классифицировать типы древнерусских ножей. В итоге получалась громоздкая и ложная типология. Например, В. И. Сизов гнездовские ножи подразделяет на три вида: 1) тип обычных, 2) тип, где лезвие ножа представляет собой непрерывную линию с черенком, и 3) тип, где лезвие ножа не находится на одной оси с черенком, а через колено отходит вверх [1]. В действительности перед нами всего лишь одна обычная форма ножа, но в разные моменты эксплоатации. Первый вид — это новый или немного сточенный нож, второй вид — лезвие ножа сточено до линии черенка и третий вид — сточена половина лезвия.

Территориально по видам ножи однородны. На Киевщине и в Приладожье, на Смоленщине и в Поволжье мы встречаем совершенно одинаковые формы и размеры ножей. Такое же однообразие мы наблюдаем при сравнении городского и деревенского инвентаря. Также нет различия и во времени. Ножи XIII в. по форме нельзя отличить от ножей X в. Не менее трудно классифицировать ножи по их применению. Среди огромного количества древнерусских ножей можно выделить лишь группу боевых ножей «засапожников», принадлежавших дружинникам и воинам. Их часто находят в дружинных курганах. Отличаются они от обычных ножей утолщенной спинкой и удлиненным черенком. Это прежде всего ножи из Гнездовских, Михайловских, некоторых Приладожских и Владимирских курганов. Отношение ширины лезвия к толщине спинки в обычных ножах колеблется в 4—6-кратном размере, а в боевых ножах оно уменьшается до 1,8—2,7 кратности. Кроме того эта группа ножей характерна и более сложной технологией изготовления.

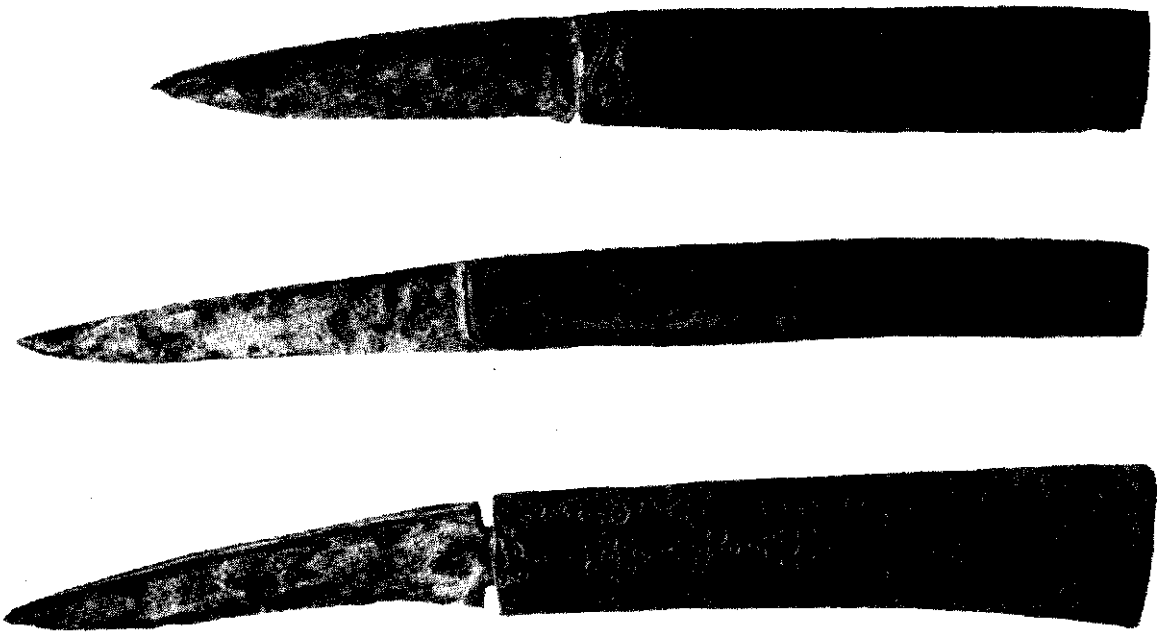


Рис. 33. Ножи из Новгорода

Рукоятки ножей делались из разных пород дерева и кости (рис. 33). Очень часто рукоятки, особенно костяные, украшались циркульным или линейным орнаментом. Иногда деревянные рукоятки обматывались медной или серебряной проволокой. Применялись и цельнометаллические рукоятки, литые медные с плетеным орнаментом на концах [1].

Переходя к технологии изготовления ножа, определим, каким техническим требованиям должен был отвечать нож в эксплоатации. Этих требований три. Первое — максимальная твердость острия лезвия, способная удерживать остроту, второе —

[1] В. И. Сизов Курганы Смоленской губернии. СПб., 1902, стр. 57

[1] А. Спицын. Курганы С. Петербург. губ. в раскопках Ивановского. СПб., 1896, стр. 47.

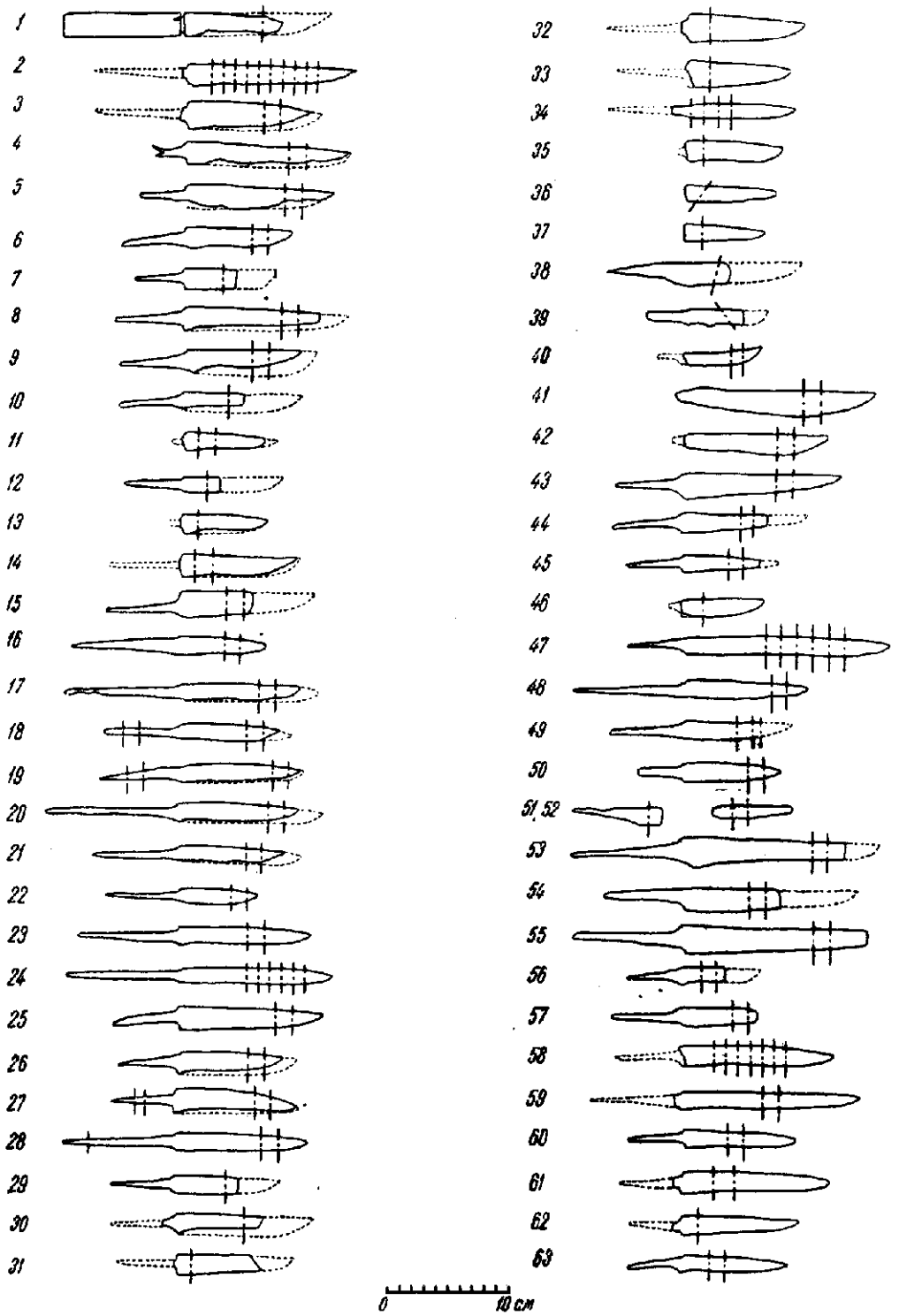


Рис. 34. Расположение шлифов на исследованных ножах

1 — 9 — Новгород; *10 — 13* — Старая Рязань; *14, 15* — Новгородские курганы; *16—18* — Приладожские курганы; *19 — 22* — Гнездовские курганы; *23 — 27* — Владимирские курганы; *28* — Михайловские курганы; *29 — 31* — Княжая Гора; *32 — 40* — Псков; *41* — Подболотьевский могильник; *42* — Максимовский могильник; *43 — 46* — Вышгород; *47 — 50* — Сарское городище; *51* — курганы у с. Вишенки; *52* — Федяшевское городище; *53 — 56* — городища Глазовского района; *57* — курганы у с. Кривец; *58, 59* — Вшиж; *60 — 63* — Райковецкое городище

вязкость клинка, позволяющая лезвию при изгибах и ударах не ломаться, и третье — возможность восстановления затупленного лезвия.

Для изучения технологии изготовления ножей были подвергнуты структурному анализу 63 образца, взятые с 19 древнерусских памятников. Шлифы делались на поперечном сечении клинка ножа и у некоторых образцов добавочно на поперечном сечении черенка (рис. 34). Для проверки однородности структурного строения внутри клинка на пяти ножах (Новгород-3, Владимир-2, Псков-3, Сарское-1, Вщиж-2) шлифы были сделаны через каждые 10 мм. В каждом из этих ножей шлифы повторяли одну и ту же структурную схему. Это позволило в дальнейшем на основании одного поперечного шлифа говорить о строении всего клинка.

Основой древнерусской технологии изготовления ножа было сочетание в изделии двух материалов — железа и стали — механическим или химико-термическим (цементация) путем с последующей термической обработкой.

Древнерусские кузнецы, изготовляя ножи, применяли пять разнообразных технологических приемов, каждый из которых так или иначе отвечал техническому условию ножа.

Эти технологические приемы заключались в следующем:

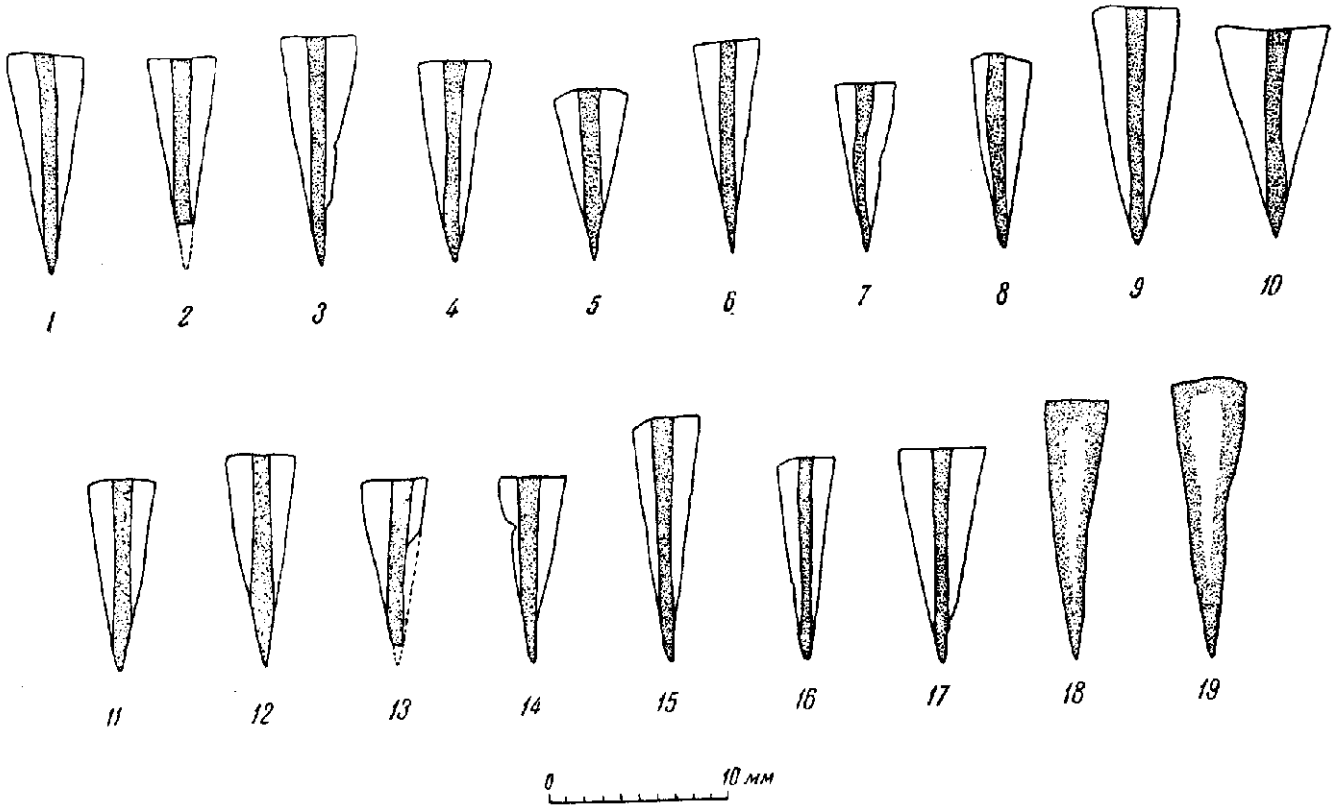


Рис. 35. Технологическая схема ножей с многослойными лезвиями и цементированными клинками

Многослойные лезвия: *1* — Рязань-3; *2* — Приладожье-1; *3* — Приладожье-2; *4* — Приладожье-3; *5* — Гнездово-1; *6* — Гнездово-2; *7* — Гнездово-3; *8* — Поречье-1; *9* — Владимир-1; *10* — Владимир-2; *11* — Михайловское; *12* — Псков-3; *13* — Псков-7; *14* — Сарское-2; *15* — Сарское-3; *16* — Сарское-4; *17* — Глазов-4. Цементированные лезвия: *18* — Рязань-2; *19* — Глазов-1

А. Сварка лезвия ножа из трех полос. В середине клинка проходила стальная полоса, по бокам железные полосы. Подобная технология была обнаружена на 17 образцах из 63 исследованных (27%). См. технологическую схему на рис. 35.

Б. Наварка на железную основу клинка ножа стального лезвия. Подобная технология обнаружена на 28 образцах (44%). См. технологическую схему на рис. 39.

В. Комбинированная сварка с изготовлением узорчатого обуха. Обнаружена на одном образце (2%). См. технологическую схему на рис. 41.

Г. Цементация железного клинка ножа.

Обнаружена на двух образцах (3%). См. технологическую схему на рис. 35.

Д. Цельностальные ножи. Эта технология обнаружена на семи образцах (11%).

Кроме того на восьми образцах (13%) обнаружена только однородная структура феррита (т. е. железа).

Рассмотрим каждый технологический прием в отдельности.

А. Изготовление слоистого лезвия, у которого в середине клинка проходит стальная полоса,— технически наиболее целесообразная технология, но в то же время более трудоемкая и сложная. При таком строении нож приобретал наибольшую вязкость и упругость клинка и высокую твердость стального закаленного лезвия. Подобная конструкция лезвия позволяла пользоваться ножом до максимального стачивания всего клинка — сколько бы мы ни точили лезвие, на острие всегда будет сталь. Толщина вваренной стальной полосы колебалась от 0,5 мм до 1,1 мм. На рис. 36 представлены макрофотографии шлифов некоторых образцов описываемой нами технологии. Белые полосы в середине клинообразного шлифа — вваренные стальные лезвия [1].

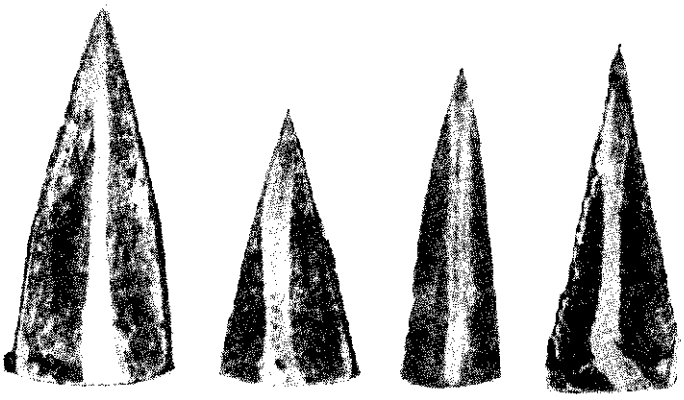


Рис. 36. Макроструктура многослойных лезвий ножей

Владимир-1, Гнездово-1, Глазов-4 и Рязань-3. Ув. 3,4

При микроструктурном анализе ножей, изготовленных подобной технологией, на поперечных шлифах обнаружилась следующая структурная схема (см. рис. 37). Посередине клинообразной фигуры проходила темная полоса стали. В зависимости от археологических условий находки ножа стальная полоса была в отожженном (феррит и перлит или перлит) или в термически обработанном (мартенсит, троостит, сорбит) состоянии. По бокам от этой полосы располагались светлые ферритные зоны, т. е. железные полосы. Между стальной и железными полосами проходили сварочные швы.

Рис. 37. Микроструктура острия многослойного лезвия ножа

Глазов-4: средняя темная полоса — сталь, термически обработанная, боковые белые полосы — железо. Ув. 32

[1] При травлении 3%-ным раствором в спирте HNO_3 феррит (железо) остается светлым, а перлит с ферритом (сталь) темнеет. На фотографии получилось обратное, так как освещение образца было косое.

Сварочные швы были, как правило, тонкие и чистые от шлаковых включений (рис. 38) [1].

На основании этой схемы и исходя из структурного состояния отдельных зон шлифов, техника изготовления исследованных ножей реконструируется примерно следующим образом:

1-я операция. Подготовка двух железных и одного стального брусков. Для ножа средней величины весом в 50 г заготовки имели вес: железные по 25 г, стальная 15 г.

2-я операция [2]. Отковка-вытяжка железных и стального брусков в полосы толщиной 3—5 мм. Длина стальной полосы иногда была меньше длины железного бруска из такого расчета, чтобы на черенок ножа шли только железные полосы. Об этом свидетельствует структура шлифов на черенках ножей. На некоторых наших образцах она целиком железная.

3-я операция. Сварка полос.

4-я операция. Проковка сваренной полосы до толщины, равной почти толщине спинки ножа.

5-я операция. Вытяжка черенка.

6-я операция. Окончательная выточка лезвия клинка на точильном кругу. О том, что после сварки полосы и предварительной вытяжки лезвие клинка не выковывалось, а точилось, говорит форма вваренной стальной полосы, которая по всей поверхности сечения клинка имеет одинаковую толщину. Если бы клинок отковывали, то вся масса лезвия (железо и сталь) вытягивалась бы одинаково и уменьшалась бы клинообразно в толщине по направлению к острию. В пользу этого говорит и расположение волокон в феррите: они всегда идут параллельно вваренному лезвию, а не вытягиваются клинообразно по форме ножа.

7-я операция. Термическая обработка.

Из 17 исследованных ножей этой группы термическую обработку сохранили 8 экземпляров (Рязань-3, Поречье-1, Михайловское-1, Псков-7, Сарское-2,-3,-4, Глазов-4). У пяти образцов (Поречье-1, Псков-7, Сарское-2 и -4, Глазов-4) металл средней полосы лезвия сохранил структурное состояние мартенсита отпуска, у одного образца (Сарское-3) — троостита отпуска и у двух (Рязань-3, Михайловское-1) — сорбита. Остальные девять образцов (Приладожье-1,-2,-3, Гнездово-1,-2,-3, Владимир-1,-2, Псков-3) находились в отожженном состоянии. Средняя стальная полоса у этих ножей имела структуру перлита и феррита (отожженная сталь). Все отожженные ножи, кроме ножа Псков-3, происходят из погребений с трупосожжениями. В пламени погребального костра ножи нагрелись до температуры 800—900° и медленно остыли вместе с золой костра, т. е. произошел типичный процесс отжига. Но были ли закалены эти ножи? На этот вопрос мы можем ответить положительно. Да, ножи были термически обработаны, об этом нам говорят следы нагрева для закалки на перлите (точечный, мелкопластинчатый, сорбитообразный перлит) этих образцов. Итак, все ножи термически обрабатывались.

8-я операция. Шлифовка и полировка.

9-я операция. Насадка рукоятки.

10-я операция. Отточка лезвия.

Большинство ножей описанной нами технологии датируется X в. В эту группу вошли бытовые ножи с городищ (Старая Рязань, Псков, Сарское городище, городищ Глазовского района) и боевые ножи «засапожники» из дружинных курганов. Следует заметить, что боевые ножи с другими технологическими приемами изготовления мною не обнаружены.

Б. Наварка на железный клинок стального лезвия. Этот прием, наиболее распространенный в технологии изготовления древнерусского ножа, встречен на 28 экземплярах из 63. При таком строении нож так же, как при технологии многослойной сварки лезвия, получает максимальную твердость острия лезвия и вязкость клинка, но срок службы ножа сокращается, так как после сточки стального лезвия-наварки остается железный клинок и нож теряет остроту. Возможно, что дошедшая до нас часть цельножелезных ножей является ножами этой группы, у которых сточилась наварка.

Структура шлифов на образцах второй группы имела следующее строение (рис. 39). На клинообразной фигуре шлифа, на середине высоты или ближе к острию, проходит четкая косая или ломаная светлая линия; это — сварочный шов. Зона, расположенная к острию,— стальная наварка и находится в термически обработанном состоянии

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 220.

[2] Операцию нагрева поковок я пропускаю.

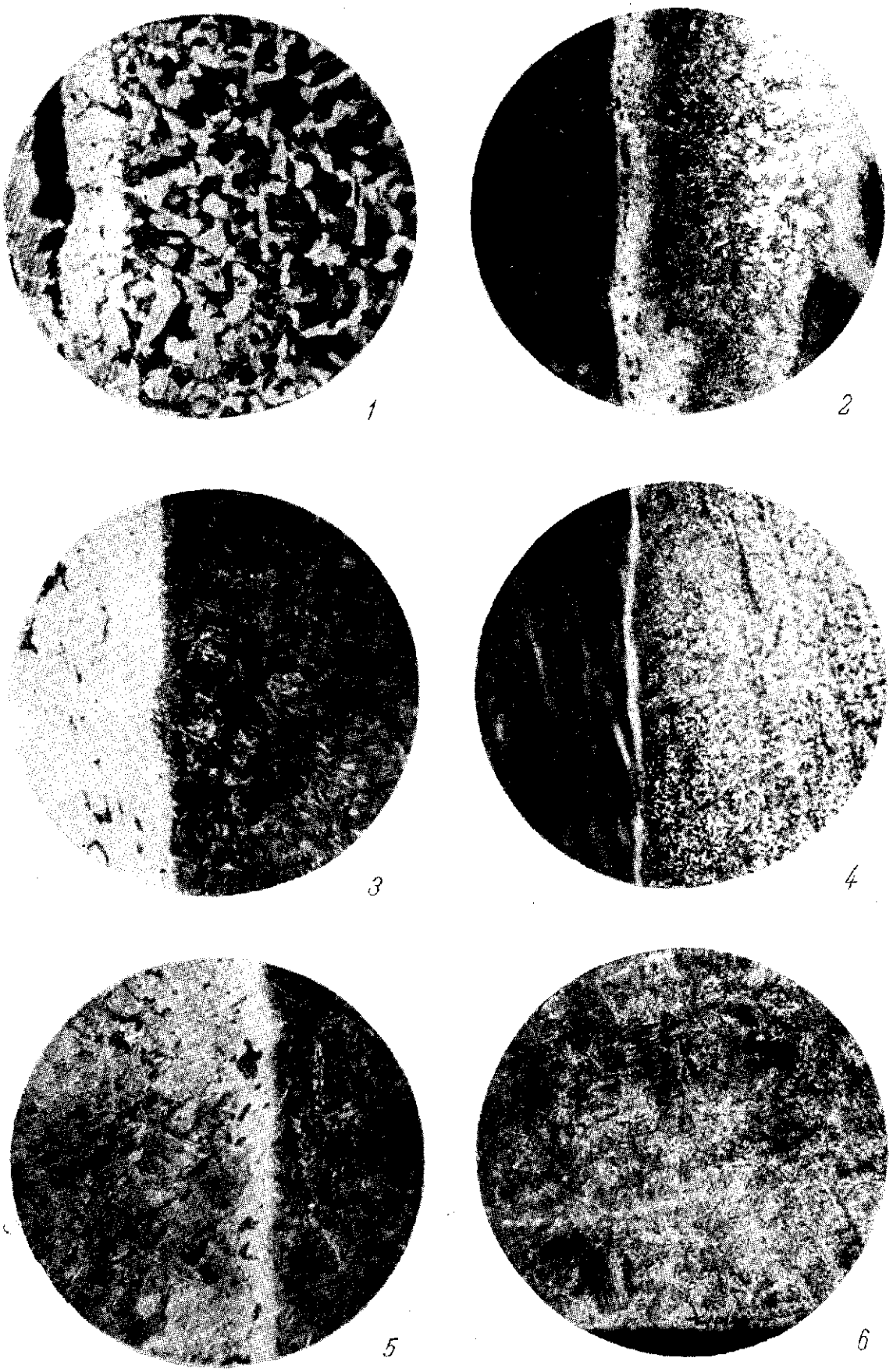


Рис. 38. Микроструктуры лезвий ножа

1 — Приладожье-2, перлит и феррит, ув. 200; *2* — Сарское-2, сварочный шов, ув. 100; *3* — Глазов-4, сварочный шов, ув. 100; *4* — Новгород-3, сварочный шов, ув. 100; *5* — Вышгород-1, сварочный шов, ув. 200; *6* — Новгород-5, сталь термически обработанная (мартенсит), ув. 200

(мартенсит, троостит и сорбит). Другая зона — обух ножа, всегда имеет структуру феррита, т. е. является железной основой клинка ножа. Сварочный шов, как и в выше описанной технологии, всегда тонкий и чистый [1].

4-я операция. Выковка клинка.

5-я операция. Вытяжка черенка.

6-я операция. Чистовая обточка клинка на циркульном точиле.

7-я операция. Термическая обработка — закалка и закалка с отпуском.

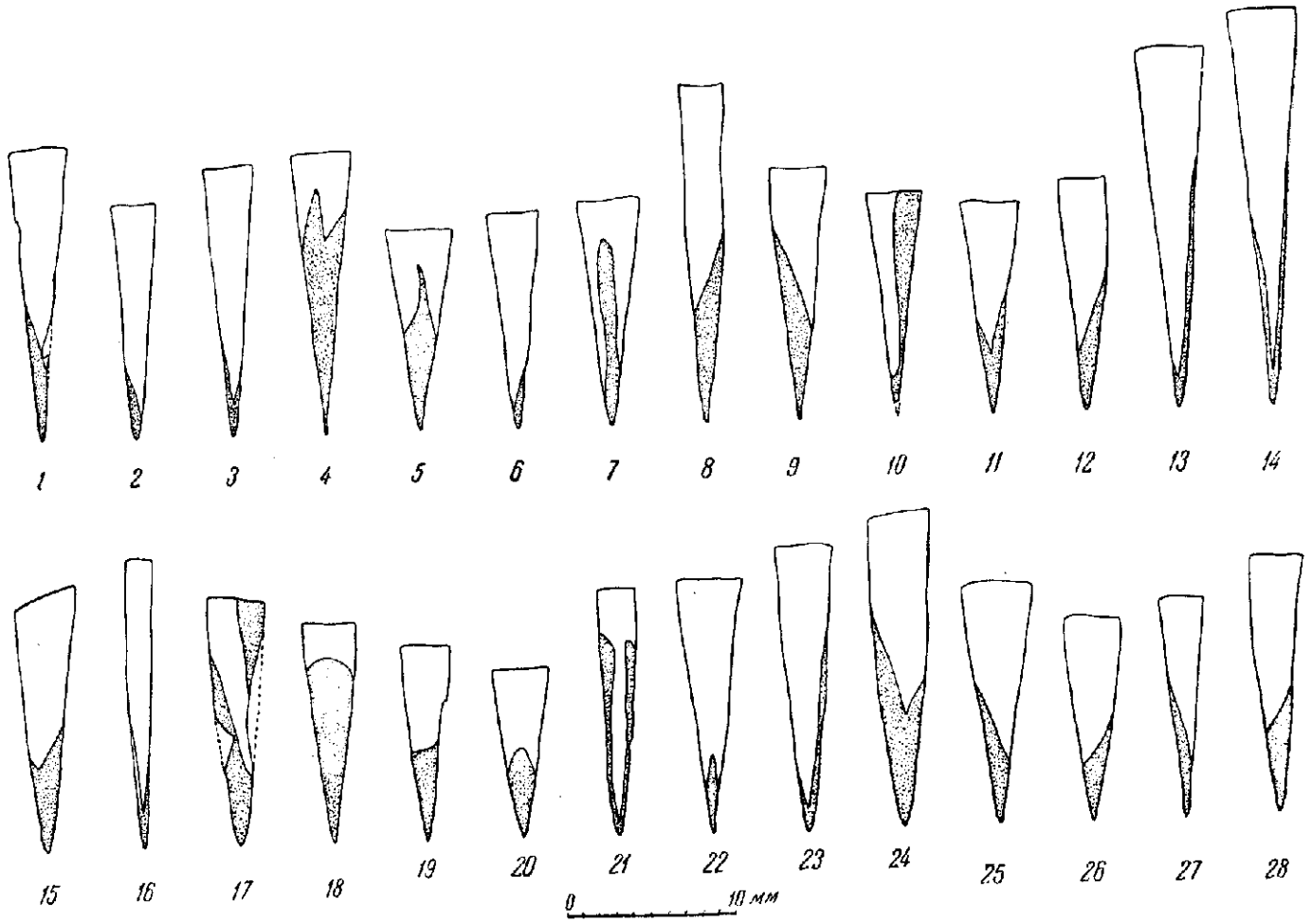


Рис. 39. Технологическая схема ножей с наварными лезвиями;

1 — Новгород-3; *2* — Новгород-2; *3* — Новгород-4; *4* — Новгород-5; *5* — Новгород-6; *6* — Новгород-7; *7* — Новгород-9; *8* — Новгор. кург.-2; *9* — Владимир-3; *10* — Владимир-4; *11* — Владимир-5; *12* — Княжая-1; *13* — Псков-1; *14* — Псков-2; *15* — Псков-4; *16* — Псков-9; *17* — Подболотье-1; *18* — Вышгород-1; *19* — Вышгород-2; *20* — Вышгород-3; *21* — Вышгород-4; *22* — Сарское-1; *23* — Глазов-2; *24* — Глазов-3; *25* — Вщиж-2; *26* — Вщиж-1; *27* — Райки-1; *28* — Райки-2

Исходя из описанной структуры шлифа, технология изготовления ножа с наварным лезвием реконструируется так:

1-я операция. Заготовка металла, железа для основы клинка и стали для наваренного лезвия.

2-я операция. Вытяжка заготовок железной основы и стальной наварки.

3-я операция. Сварка полос.

Из 28 исследованных ножей этой технологической группы термическую обработку сохранили 27 экземпляров. У двенадцати образцов (Новгород-5,-6,-7, Владимир-3, -5, Вышгород-1,-2,-3,-4, Глазов-2,-3, Вщиж-2) металл наварки сохранил структурное состояние мартенсита. У всех образцов — мартенсит отпуска, а у Новгород-7— мартенсит закалки. У двух образцов (Новгор. кург.-2, Подболотье-1) — мартенсит с троститом закалки. У шести образцов (Новгород-2,-3, Княжая-1, Псков-1,-4,

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 223.

Вщиж-1) — троостит отпуска, кроме Псков-4, у которого троостит закалки и, наконец, семь образцов (Новгород-4,-9, Владимир-4, Псков-2,-9, Сарское-1, Райки-1) сохранили структуру сорбита. Образец Райки-2 находился в отожженном состоянии. Как уже выше говорилось, гибель Райковецкого городища сопровождалась сильным пожаром и, вполне естественно, что большая часть стальных изделий дошла до нас в отожженном виде. На перлите этого ножа сохранились следы нагрева для термической обработки.

структурная схема, изображенная на рис. 41. Нижняя часть клинка (само лезвие) имела структуру мартенсита (мартенсит отпуска). Микротвердость по Виккерсу 572 единицы. Выше находилась соединенная чистым сварочным швом нижняя полоса обуха, затем шла зона феррита с четырьмя тонкими перлитными полосками, расположенными параллельно шву (полоса с узором). Микротвердость феррита равна 187 единицам по Виккерсу. Наконец, сверху у обуха была приварена еще полоса стали. Ее структура — сорбит. Микротвердость 339 единиц. На

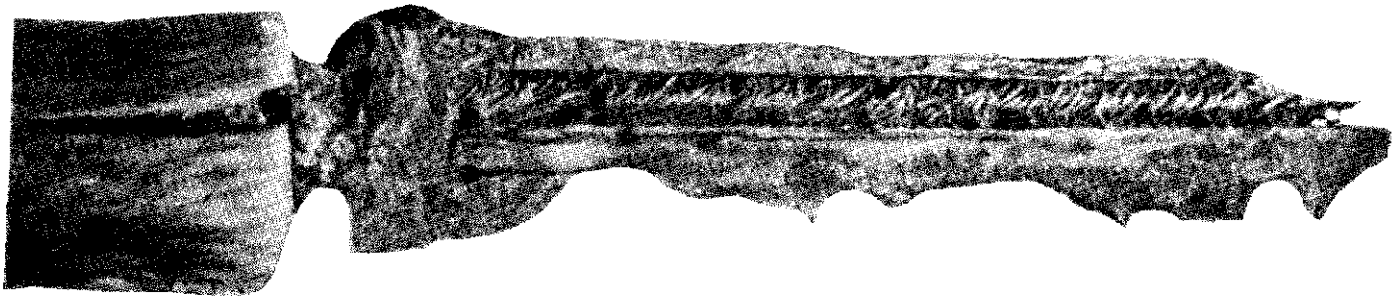


Рис. 40. Нож с узорчатым сварным лезвием (Новгород)

8-я операция. Полировка.

9-я операция. Насадка рукоятки.

10-я операция. Отточка лезвия.

Большинство ножей, изготовленных технологией наварки стального лезвия, относится к XI—XII вв. (22 экземпляра). Три экземпляра датируются X в. и три — XIII в.

В. Комбинированная сварка с изготовлением узорчатого обуха. Образец подобной работы среди древнерусского археологического материала известен мне в единственном экземпляре. Это нож из Новгорода, раскопок 1948 г. (Новгород-1). Стратиграфически он датируется XI—XII вв.

Нож средней сохранности, славянского типа[1] с деревянной рукояткой (рис. 40). Конец лезвия обломан. Длина оставшейся части клинка 76 мм, ширина 16 мм, толщина 3,3 мм. Длина деревянной рукоятки 96 мм. Клинок по ширине состоит из двух полос: собственно лезвия и широкого обуха. Обух в свою очередь сварен из трех полос — двух крайних и средней узорчатой. Образец для исследования был взят у обломанного конца. На шлифе обнаружилась

рис. 45, *1* изображена структура лезвия — мартенсит. Шлиф, сделанный на образце на 3 мм глубже, повторил ту же схему, но изменился рисунок фигурной полосы. Горизонтальных перлитных полос осталось две, а в середине появились две изогнутые полосы перлита.

Наибольший технологический интерес в технике производства ножа представляет изготовление фигурной части лезвия. Она состоит из собственно узорчатой полосы с приваренными по краям стальными полосами. Узорчатая полоса изготовлялась следующим путем. Из трех полос — железной, стальной и железной — сварили брусок (пакет), затем его вытянули и, сложив вдвое, сварили и опять вытянули, затем опять сложили и опять вытянули. После этого, при сильном нагреве (до сварочного жара) брусок по продольной оси скрутили винтом и обточили в прямоугольный брусок. Затем приварили два стальных бруска и опять обточили в прямоугольный брусок. После этого к полосе приварили стальное лезвие, грубо выковали клинок и приварили его одним концом к планке с черенком. Затем на точиле клинку придали окончательную

[1] С прямой спинкой и выгнутым лезвием.

форму и подвергли термической обработке. Закалка произведена была местная, т. е. закалили только острие лезвия.

О широком знакомстве древнерусских кузнецов со сложноузорчатой сваркой писал в середине XI века Ал-Бируни. Но он упоминал лишь о производстве узорчатых мечей. Новгородский нож говорит нам о том, что сложную технологию комбинированной узорчатой (дамасской) сварки древнерусские кузнецы применяли и на таких массовых изделиях, как ножи.

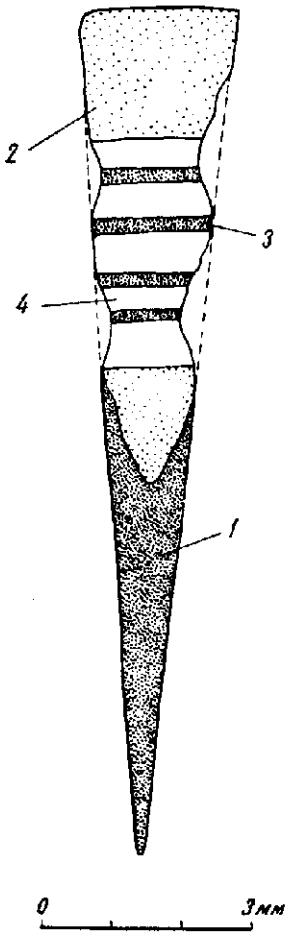


Рис. 41. Технологическая схема ножа с узорчатым лезвием

1 — зона мартенсита; 2 — зона сорбита; 3 — зона перлита; 4 — зона феррита

Г. Технология цементации клинка ножа обнаружена нами лишь на двух образцах (Рязань-2, Глазов-1). Этот технологический прием более прост, чем многослойная сварка или наварка стального лезвия, а при условии хорошей цементации такой нож не уступал в качестве ножу с наварным лезвием. Но в практике этот нож значительно уступал в сроках службы. Поверхностный цементированный слой быстро стачивался, обнажалась железная основа, и нож терял остроту. Поэтому нам понятно, почему древнерусские ножевники очень редко применяли подобную технологию. На наших образцах науглероженный слой сохранился только частично. Содержание углерода на поверхности лезвия не превышало 0,35%.

Технология изготовления ножей могла протекать в следующем порядке:

1-я операция. Заготовка железной полосы.
2-я операция. Выков клинка.
3-я операция. Вытяжка черенка.
4-я операция. Обточка неровностей на точильном кругу.
5-я операция. Цементация клинка.
6-я операция. Термическая обработка.

Оба исследованных нами образца были термически обработаны. Один сохранил структуру троостита и мартенсита, другой — сорбита.

7-я операция. Полировка лезвия.
8-я операция. Насадка рукоятки.
9-я операция. Отточка лезвия.

Д. Механическая технология цельностального ножа более проста, чем технология вышеописанных схем. Здесь качество ножа определяет термическая обработка, режим которой выбрать для цельностального лезвия довольно трудно. Сильно закаленный целиком нож (на мартенсит), хотя и будет очень твердым, но в то же время станет хрупким; поэтому древнерусские ножевники предпочитали применять технологию многослойной сварки или наварки стальных лезвий. Но если он и делал цельностальные ножи, то применял к ним особую термическую обработку.

В технологии изготовления этих ножей наибольший интерес представляет операция термической обработки. Все ножи оказались термически обработанными. На большинстве образцов (Рязань-1,-4, Новгор. кург.-1, Вишенки-1, Райки-3) мы наблюдаем местную закалку лезвия. Она заключалась в том, что кузнец закаливал (т. е. опускал в охлаждающую среду) только часть лезвия, расположенную к острию. Подобная операция оставляла на обухе ножа более вязкую структуру металла, чем на острие. Но следует заметить, что и экземпляры ножей, закаленных целиком (Княжая-3, Псков-6), по причине неоднородного строения стали[1] при закалке не теряли полностью вязкости и могли быть употребляемы.

Е. Среди 63 экземпляров исследованных ножей восемь экземпляров оказались цельножелезными. В основной массе это были ножи с значительно сточенными лезвиями. Цельножелезная структура встречена на ножах Новгород-8, Княжая-2, Кривец-1, Псков-5, -8, Максимовский-1, Федяшево-1, Райки-4. Феррит на образцах имеет разную

[1] На эти ножи кузнец применял сталь худшего качества.

зернистость и разное количество шлаковых включений. Микротвердость колеблется от 154 (Максимовский-1) до 181 единицы (Федяшево-1).

Я считаю, что цельножелезных ножей древнерусский кузнец не изготовлял, и если мы сейчас их встречаем, то это надо объяснить или износом наваренных лезвий или производственным браком — мастер перепутывал исходный материал.

Итак, из исследованных нами 63 древнерусских ножей, 55 экземпляров оказались со стальными лезвиями и из них 45 экземпляров находились в термически обработанном виде (закалка или закалка с отпуском). Восемь ножей со стальным лезвием при обряде погребения (трупосожжение) потеряли закалку и до нас дошли в отожженном состоянии. Отожженные образцы и специальный отжиг девяти экземпляров ножей дали нам возможность судить об исходном строении стали и содержании в ней углерода. В большинстве случаев это была однородная структура с равномерно распределенным в массе металла углеродом. Содержание углерода в стали колеблется от 0,35 до 0,85%. Более высокое содержание углерода имеют ножи XI—XII вв.

Разнообразные режимы термической обработки стали позволяли получать твердые, а следовательно, острые и стойкие лезвия ножей. Твердость лезвий древнерусских ножей в среднем колеблется около 550 единиц по Виккерсу, иногда достигая наивысших твердостей 673 единицы. Основная структура лезвий (25 экземпляров) — мартенсит отпуска.

Рассмотренные нами различные технологические приемы изготовления ножа показывают, что ремесленники применяли очень сложную, рационально разработанную технологию производства, вполне отвечающую техническим условиям, предъявляемым к ножу.

В технологии производства ножей ремесленники виртуозно применяли сложные операции: сварку железа и стали (даже высокоуглеродистой), цементацию железа и термообработку стали. Часто исследователя поражает миниатюрность самой работы, например, многослойная сварка двух железных и одной стальной полос при толщине стальной полосы в 3—4 мм и длине 30—50 мм. Уже один нагрев такой тонкой стальной полоски до сварочного жара представляет огромную трудность. Полоса может быстро обезуглероситься и потерять драгоценную способность принимать закалку. Сварочные швы в подавляющем большинстве очень чистые, следовательно, мастер быстро и хорошо освобождал металл от окалины, т. е. умело пользовался флюсом. Не менее сложна и наварка стальных лезвий.

Исследованные нами 63 ножа происходят как из городских, так и деревенских инвентарей северной, центральной и южной частей территории древней Руси. Различия в технике изготовления ножей, найденных в городах и деревенских курганах, мы не обнаружили. Так же нет различия техники производства и по территориям.

Но интересно изменяется технология по времени. В IX—X вв. городские ремесленники, изготовляя ножи, применяют в основном довольно сложную, трудоемкую технологию — сварку многослойного лезвия с последующей термической обработкой. Но в XI в. и особенно в XII в. эта технология целиком вытесняется более легкой, а следовательно, значительно менее трудоемкой техникой наварки стального лезвия. Правда, при этом качество ножа (срок службы) несколько уменьшается, но зато сильно снижается его стоимость. Объясняется это явление следующим. В X в., когда сбыт у ремесленника еще очень ограничен, он работал еще на заказ очень небольшого круга потребителей; когда экономически он не зависит целиком от производительности своего ремесла, кузнец-ножевник, не ограниченный временем, применяет в своем ремесле трудоемкую, тонкоразработанную технологию. В XI в. и особенно в XII в. сбыт городского ремесленника значительно расширяется, ножей требуется больше, и он работает в основном на рынок. Вследствие этого он становится экономически более зависимым от производительности своего труда. Желая уменьшить себестоимость изготовления ножа, он упрощает технологию, делая своеобразную «рационализацию» техники производства. При этом следует заметить, что технология многослойной сварки лезвий древнерусскими ремесленниками в XI—XII вв. совсем не отбрасывается, а в силу технической необходимости применяется на других изделиях.

ГЛАВА VII

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НОЖНИЦ

Ножницы в древней Руси были весьма распространены. Они часто встречаются в городских и городищенских слоях и в курганах. Например, на Райковецком городище, заселенном, как предполагают, 23—24 семействами, было найдено 15 целых экземпляров ножниц[1].

Распространены были два типа ножниц: шарнирные («два конца, два кольца, посередке гвоздь») и пружинные (так называемые овечьи) — рис. 42. Форма, размеры и конструкция обоих типов совершенно сходны с современными. Пружинные ножницы имели более широкое применение, чем в настоящее время, и встречаются они чаще шарнирных. Размеры пружинных ножниц колеблются от миниатюрных туалетных ножниц длиной в 7,5 см (Новгород) до больших хозяйственных и портновских, длиной в 28,5 см (Княжая Гора). Шарнирные ножницы известны средних размеров, длиной около 15 см.

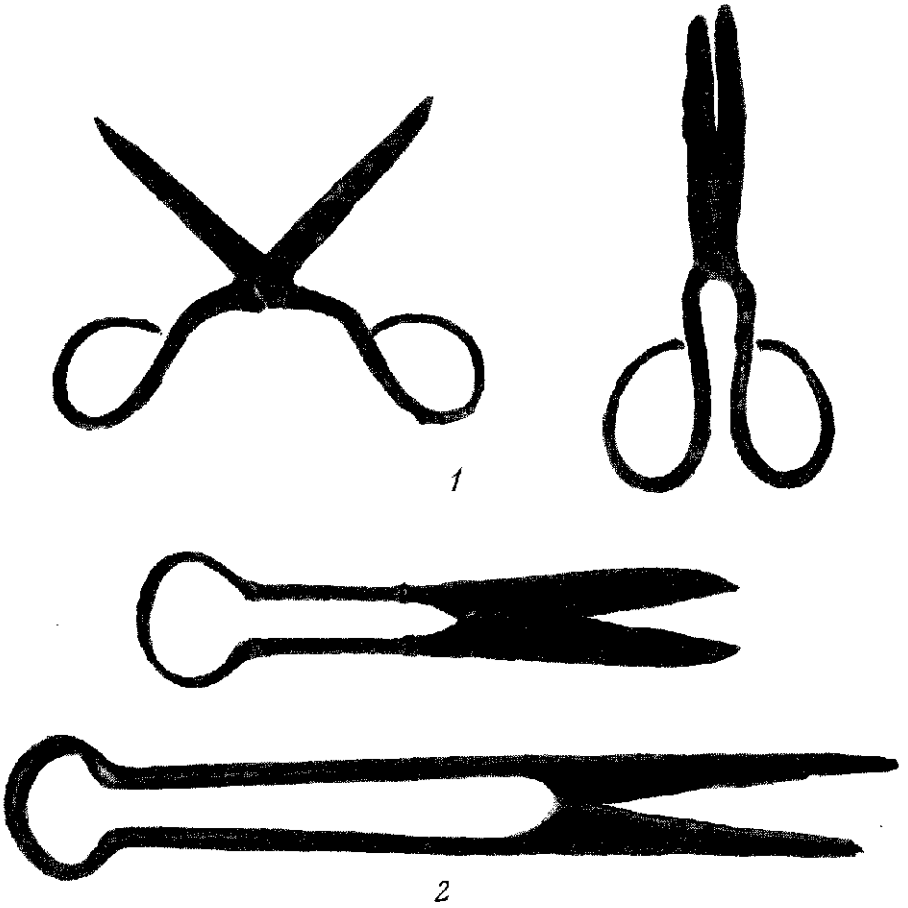


Рис. 42. Ножницы шарнирные (*1*) и пружинные (*2*)

В устройстве ножниц важно отметить, что уже в X в. в древней Руси конструкция режущих граней лезвий была основана на принципе среза и получила форму, сохранившуюся до настоящего времени.

Угол резания колеблется от 55° (Новгород-10, Гнездово-4) до 72° (Рязань-9). Профили клинков древнерусских ножниц совершенно аналогичны профилям современных ножниц.

Технологически было исследовано 9 ножниц, из них восемь пружинных и одни шарнирные. Образцы для металлографического

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 33.

анализа брались с лезвий, пружин и стержней. Шлифы делались на поперечных сечениях (рис. 43).

Технологическая схема шлифов оказалась на всех образцах однородной. Везде обнаружилась техника наварки стального лезвия на железную основу [1]. Как лезвия, стержни, так и пружины ножниц оказались сваренными из железа и стали (рис. 44). Так же, как и в ножах, основой технологии изготовления ножниц было соединение в изделии вязкого железа со сталью, приобретающей после термической обработки высокую твердость и упругость.

Техника изготовления пружинных ножниц реконструируется в следующем порядке.

Сначала кузнец изготовлял отдельно пружинное кольцо и два лезвия, после чего все три детали сваривал. В пользу этого говорит различие структур на клинках лезвий и пружинах (Новгород-10, Гнездово-4).

Изготовление пружинного кольца могло иметь следующие операции.

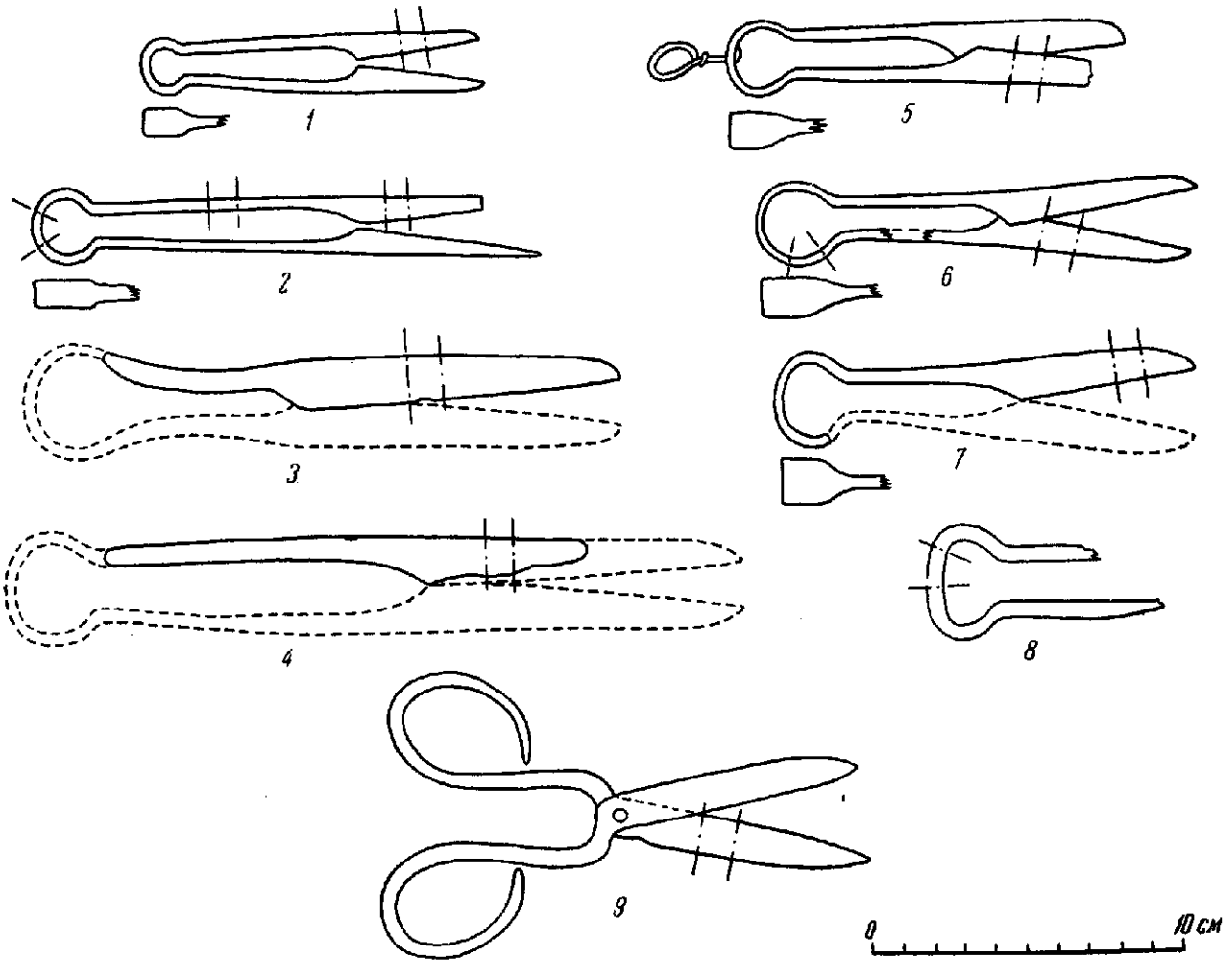


Рис. 43. Расположение шлифов на исследованных ножницах

1 — Старая Рязань; 2 — Новгород; 3 — Вшиж; 4 — Псков; 5 — Владимирские курганы; 6 — Гнездовские курганы; 7 — Сарское городище; 8 — Вышгород; 9 — Райковецкое городище

1-я операция. Заготовка стального и железного брусков соответствующего размера и веса.

2-я операция. Сварка брусков.

3-я операция. Вытяжка в полосу, соответствующую ширине и толщине пружины.

4-я операция. Вытяжка на концах полосы стержней.

5-я операция. Изгиб стержней.

6-я операция. Выгиб пружинного кольца. Ножницы Гнездово-4, Владимир-6 в

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 228.

середине пружины имели приклепанный крючок для подвешивания. Следовательно:

7-я операция. Пробивка отверстия.

8-я операция. Вклепка крючка (заранее изготовленного).

Изготовление лезвий (двух одинаковых экземпляров).

1-я операция. Заготовка железного и стального бруска соответствующего веса.

Из семи исследованных лезвий пружинных ножниц в термически обработанном состоянии находились пять лезвий (Новгород-10, Рязань-9, Псков-11, Сарское-5, Вщиж-3). Двое ножниц с отожженными лезвиями (Гнездово-4, Владимир-6) происходят из курганов с трупосожжениями и, вполне естественно, должны иметь отожженную структуру. Термически обрабатывались также и пружинные кольца ножниц.

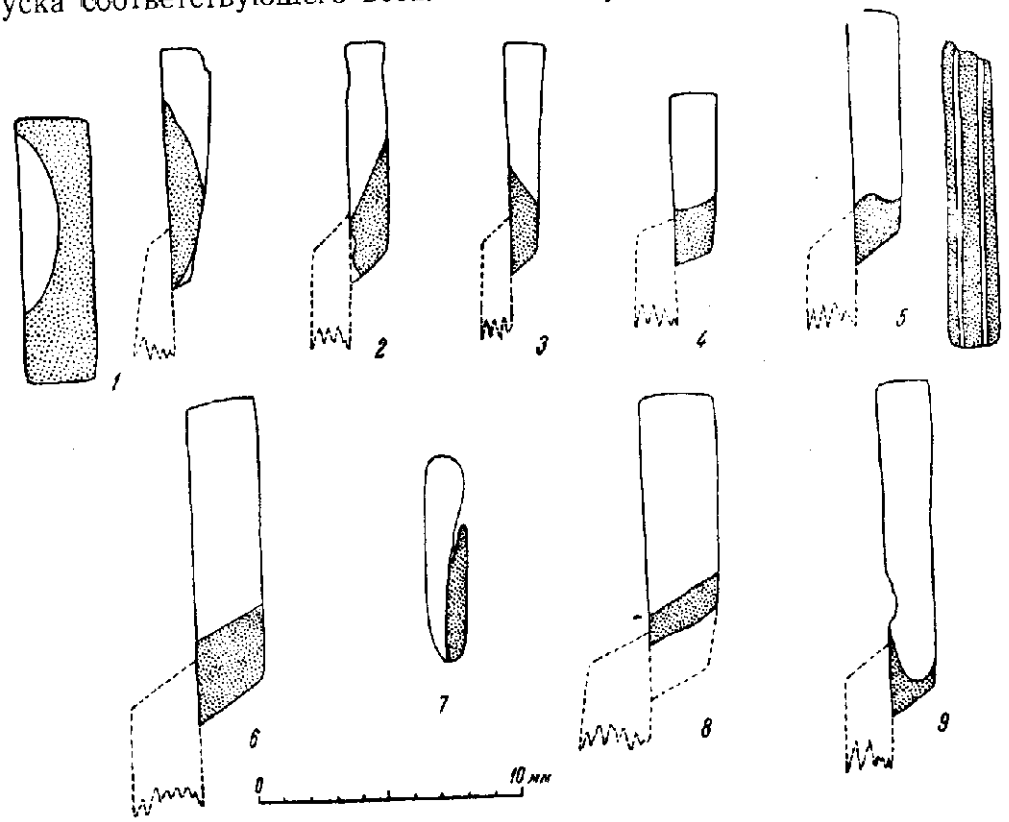


Рис. 44. Технологическая схема ножниц. Наварка стального лезвия

1 — Новгород-10; *2* — Владимир-6; *3* — Сарское-5; *4* — Рязань-9; *5* — Гнездово-4; *6* — Вщиж-3; *7* — Вышгород-5; *8* — Псков-11; *9* — Райки-8

2-я операция. Сварка.

3-я операция. Вытяжка стержня.

4-я операция. Вытяжка клинка лезвия.

5-я операция. Шлифовка клинков и выточка режущих граней на точильном кругу (отмечу сложность и точность работы, например, на ножницах Новгород-10, Рязань-9, Гнездово-4 толщина лезвия у режущей части соответственно равна 1,0 мм, 1,5 мм, 1,2 мм).

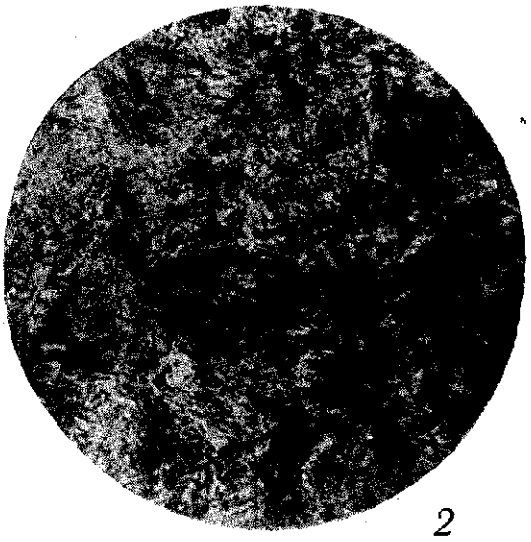
После изготовления пружины и лезвий кузнец их сваривает. Затем следовали операции регулировки лезвий и общая шлифовка.

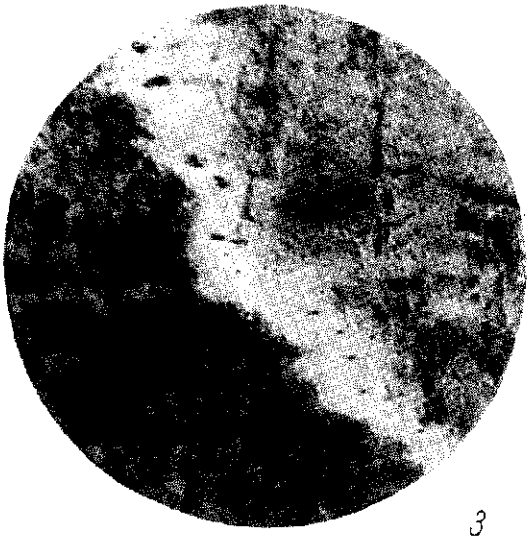
Предпоследней операцией была термическая обработка.

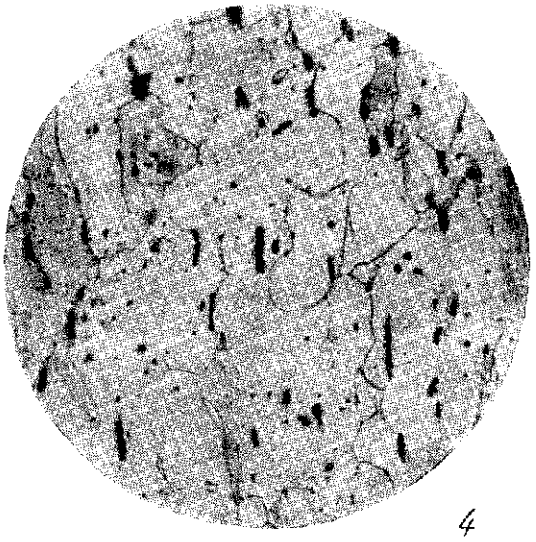
Последней операцией над ножницами была отточка лезвий.

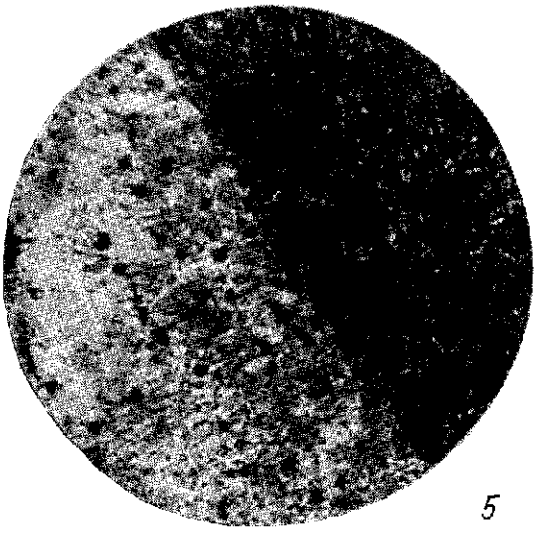
Изготовление шарнирных ножниц более простое, чем пружинных. Операции производства заключаются в выковке лезвий, вытяжке черенков, загибе на черенках колец, термической обработке и соединении лезвий на подвижной заклепке.

Итак, на всех исследованных нами ножницах имеются наваренные стальные лезвия. Сталь лезвий имеет однородное строение и на большинстве экземпляров она высокоуглеродистая (содержание углерода от 0,7 до 0,9%). Только на экземпляре Владимир-6 содержание углерода в наваренной









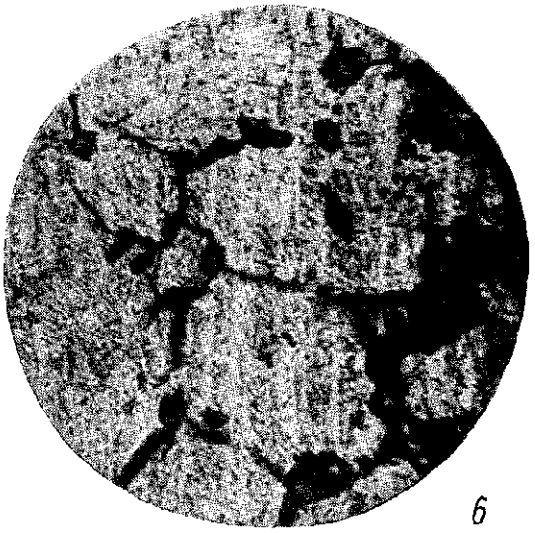


Рис. 45. Микроструктура

1 — лезвия ножа, Новгород-1, сталь термически обработанная (мартенсит), ув. 200; *2* — лезвия ножа, Рязань-1, ув. 200; *3* — лезвия ножниц, Вшиж-3, сварочный шов, ув. 100; *4* — лопаты, Приладожье-9, железо (феррит), ув. 100; *5* — лезвия серпа, Княжая-4, сварочный шов, ув. 100; *6* — лезвия серпа, Новгор. кург.-8, сталь термически обработанная, ув. 200

части равно 0,45%. Сварка высокоуглеродистой стали представляет большую техническую трудность и требует от кузнеца огромного опыта, особенно при нагреве стали и железа до сварочного жара (температуры нагрева железа и стали разные).

История техники производства ножниц показывает нам, что древнерусские ремесленники уже в IX—X вв., идя эмпирическим путем, создали совершенную конструкцию и технологию ножниц, которая просуществовала в России вплоть до фабричной техники.

ГЛАВА VIII

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ ТРУДА

Основой экономики древней Руси являлось сельское хозяйство. Это положение стало бесспорным лишь после трудов академика Б. Д. Грекова, широко использовавшего археологический материал и работы советских археологов. К IX—X вв. почти на всей территории древней Руси господствующим видом хозяйства становится пашенное земледелие. Как известно, пашенное земледелие не может существовать не только без рационально устроенных пахотных орудий, но и без рациональных и производительных орудий труда по уборке хлеба и трав. Подобные орудия труда в своей рабочей части могли быть сделаны только из железа и стали.

«Железо создало обработку земли на крупных площадях, обеспечило расчистку под пашню широких лесных пространств...»[1].

Многочисленными железными и стальными сельскохозяйственными орудиями труда снабжали древнерусских земледельцев русские кузнецы. К IX в. были созданы все основные виды сельскохозяйственных орудий труда. Конструкция и техника изготовления этих орудий в истории русского земледелия сохранилась на протяжении многих веков.

Из обширного сельскохозяйственного и промыслового инвентаря, изготовлявшегося в древней Руси из железа и стали, мы опишем наиболее массовые и технологически интересные орудия. К числу таковых я отношу сошники, лемехи, чересла, серпы, косы, лопаты, мотыги, ножницы для стрижки овец, гарпуны, стрелы, рыболовные крючки, блесны, остроги и багры.

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XVI, ч. 1, стр. 138.

Основными орудиями труда, возделывающими землю в древней Руси, были соха и плуг. В северных, лесных областях Руси применялась исключительно соха. На юге

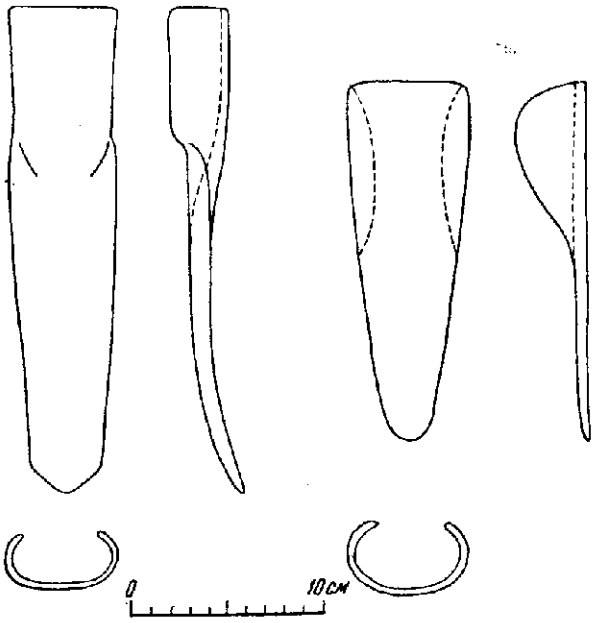


Рис. 46. Сошники

в лесостепных и степных районах применяли в основном плуг, соху (рало) — очень редко.

Как соха, так и плуг, делались из дерева, и только рабочие части их изготовлялись из железа. В сохе это был сошник, а в плуге — лемех и чересло.

Сошник — металлический наконечник, надеваемый на деревянное развилье рассохи сохи. Среди археологических материалов встречается на городищах и селищах северных областей Руси. Наиболее древним сошником из известных к настоящему

времени в северных районах, является сошник из нижнего горизонта Старой Ладоги, датируемый VII в.[1].

Сошник представляет собой узкую, лопатковидную полосу с загнутой втулкой в

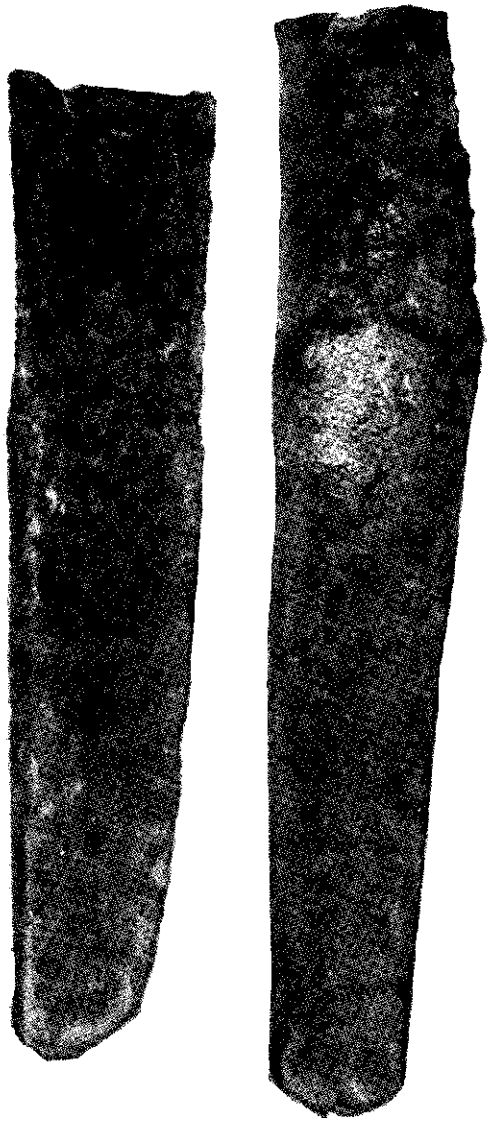


Рис. 47. Сошники из Новгорода

верхней части (рис. 46). По длине сошники колеблются от 140 до 260 мм и ширине от 50 до 75 мм. Средний вес около 650 г. Обычно они изготовляются из целого куска железа или низкоуглеродистой стали. Исследованный нами сошник из Новгорода (Новгород-24, рис. 47) как на лезвии, так и на втулке оказался железным. Он был сделан целиком из одного куска кричного железа. Технология производства сошника довольно проста, она ограничивается операциями вытяжки тела сошника и изгибания втулки.

Более сложными являются рабочие части плуга — лемех и чересло. Лемех — это наконечник, надеваемый на деревянную ногу (ползун) плуга, чересло— это плужный нож, устанавливаемый в грядиль впереди лемеха. При вспашке чересло разрезает вертикально на заданную глубину слой почвы, а расположенный сзади лемех подрезает слой горизонтально. Находящаяся далее на ноге плуга деревянная полочка переворачивает подрезанный слой.

Среди археологического материала лемех часто встречается на городищах южных районов Руси. Их много найдено на городищах Княжая Гора, Девичь-Гора, Райковецкое и др. Известны лемехи и более раннего времени — X—XI вв.

Лемех представляет собой широкую клиновидную лопату, немного выпуклую и с загнутой широкой втулкой в верхней части (рис. 48 и 49). Лемехи встречаются разных размеров, длиной от 180 до 260 мм и шириной от 120 до 190 мм. Вес колеблется от одного до трех с лишним килограммов. Например, один из лемехов Райковецкого городища весил 3,2 кг[1]. Легкие лемехи делались из одного куска железа, а тяжелые сваривались из двух половинок и усиливались наваркой продольной полосы и обваркой лезвия железной или стальной полосой. Технология изготовления лемеха, и особенно тяжелого, более сложна, чем сошника. Здесь, кроме вытяжки и изгибания, кузнец применяет горячую рубку и сварку больших объемов металла и заточку на точильных кругах.

Очень интересна технология ремонта лемехов. Когда срабатывалось режущее лезвие лемеха, кузнец делал новое наваркой толстой полосы железа на сношенные края лезвия. Подобный лемех со следами ремонта найден на Райковецком городище[2].

Чересло, так же как и лемех,— довольно частая археологическая находка на городищах южных районов Руси: Княжая Гора, Девичь-Гора, Райковецкое и др. Найдено чересло и в Суздале в слоях XII века[3].

---

[1] В. И. Равдоникас Старая Ладога. СА, № XII, 1950, стр. 39.

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 63.

[2] Там же, стр. 63.

[3] История культуры древней Руси. М., 1948. стр. 69.

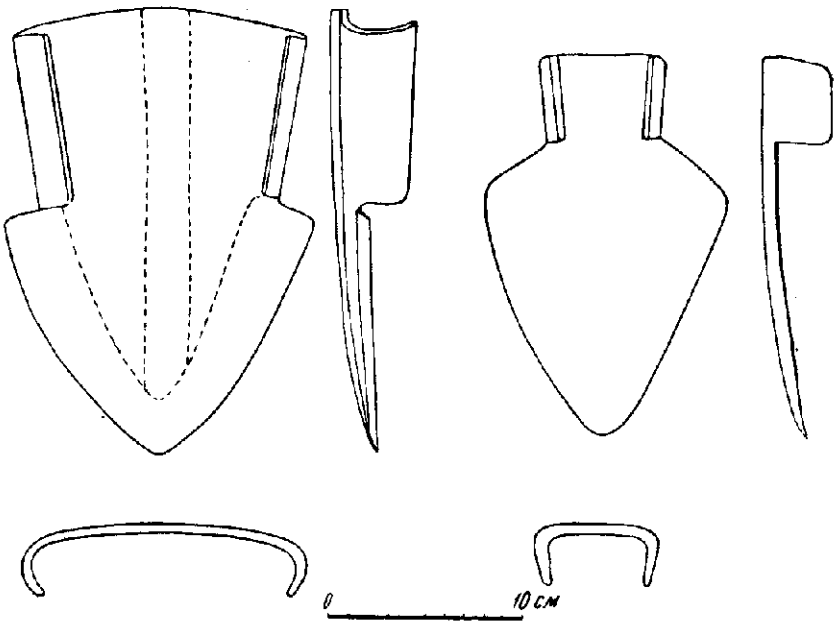


Рис. 48. Лемехи

Рис. 49. Лемех с городища Девичь-Гора

Рис. 50. Чересло с городища Девичь-Гора

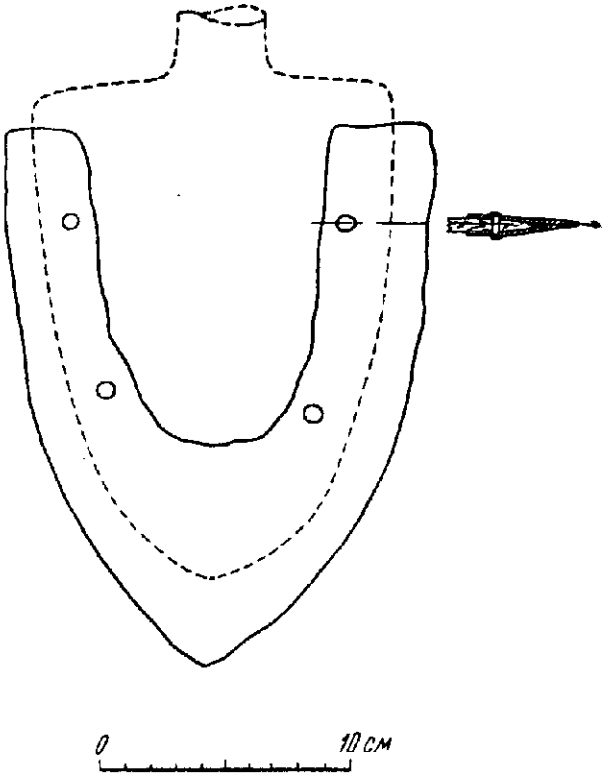


Рис. 51. Железная оковка деревянной лопаты

По форме чересло — большой нож с выгнутой спинкой и массивным черенком (рис. 50). Обычная длина чересла около 450 мм, иногда достигает 500 мм. Вес около 2—4 кг. Чересло делалось целиком из железа. Довольно простая технология его изготовления усложнялась вследствие слишком большого размера изделия. Только для нагрева такой поковки требовался большой горн с довольно обширным горновым пространством.

Для обработки земли под огородные культуры в древней Руси применяли лопату и мотыгу.

Лопаты в подавляющей массе были деревянные с железной оковкой по краям. В их изготовлении на долю кузнеца приходилось только производство железной оковки. Две изогнутые железные полосы расплющивались до толщины 2—3 мм (рис. 51) и сваривались по внешнему краю. Оковку надевали на лопату и затем приклепывали или закрепляли железными полосками. Подобная оковка для огородных лопат применялась в русской деревне еще недавно (например в Сибири). В древнерусских слоях она обнаружена в Новгороде, Киеве, Суздале, Райках и других городах.

Известны также и цельножелезные лопаты. Найдены они пока только в Приладожских курганах и Райковецком городище. Райковецкая лопата по виду напоминает современную, только железная втулка сделана не из одного куска с лезвием, а приклепана двумя заклепками. Несколько иную конструкцию имеют железные лопаты из Приладожских курганов. Эти лопаты имели небольшой размер; средняя их величина была: высота 150 мм и ширина 120 мм; они имели длинный черенок, иногда оканчивающийся втулкой (рис. 52). Малый размер полотна лопаты и удлиненный железный черенок позволяют предполагать, что они были, вероятнее всего, принадлежностью очага и служили для перемешивания и переноски угля. Тем более, что из Приладожья известна еще подобная лопата с длинной тонкой железной рукояткой (удлиненный черенок) длиной около 700 мм. Копать землю такой лопатой непроизводительно и неудобно.

Технология изготовления таких лопат очень проста и заключалась в операциях вытяжки и изгиба втулки. Материалом для изготовления лопат служило обычное железо. Микроструктурный анализ черенка и лезвия лопаты из Приладожья (Приладожье-9) показал ферритное строение с большим количеством шлаковых включений (рис. 45, 4).

Древнерусскую мотыгу (цапка, мотыжка) очень трудно типологически отделить от функционально подобного ей орудия труда по обработке дерева — тесла. Нам

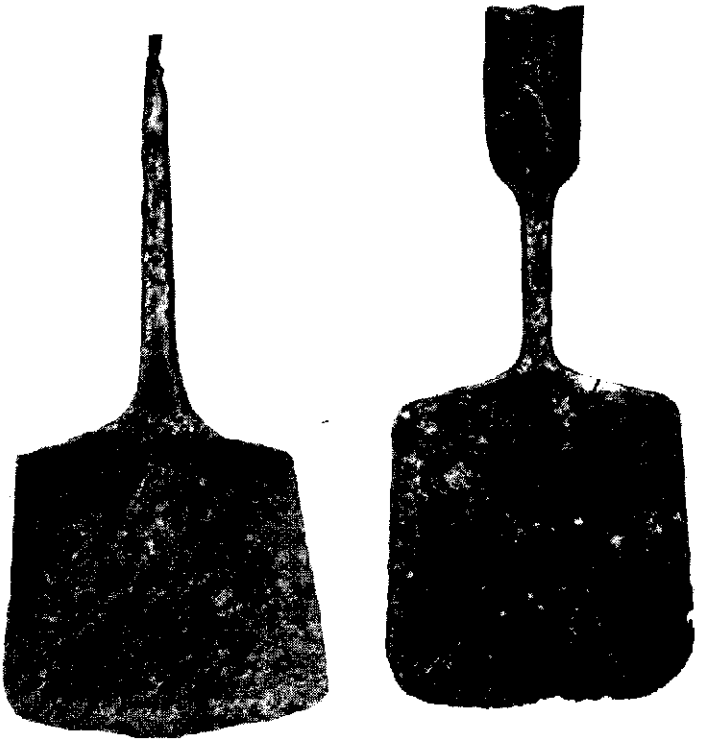


Рис. 52. Железные лопатки для очага из Приладожских курганов

известны древнерусские тесла как с проушным обухом, так и с вертикальной втулкой. Совершенно такую же форму имела и мотыга. Естественно, что и технология изготовления этих орудий труда была совершенно одинакова. Более подробно я буду разбирать ее при изучении деревообделочного инструмента (см. стр. 111).

К орудиям уборки урожая и трав относятся серпы и косы.

Из всех земледельческих орудий чаще всего археологи находят серпы. Они встречаются в городских и городищенских слоях, но чаще всего в курганах и могильниках. Серп с глубокой древности до недавнего времени являлся орудием труда женщины. В инвентаре Новгородских [1],

[1] А. Спицын. Курганы С.-Петербургской губ., СПб., 1902, стр. 35.

Костромских[1], Вятических[2] и др. курганов серпы встречаются только в женских погребениях[3]. В городских и городищенских слоях серпы встречаются сравнительно редко. Исключением являются случаи, когда археологи вскрывают мастерские кузнецов. Археологам известны два городища, которые дали в несколько раз больше орудий труда, в том числе и серпов, чем все остальные древнерусские города и городища. Я имею в виду Княжую Гору и Райковецкое городище. В одном только Киевском музее хранится несколько десятков серпов с Княжей Горы, а Райковецкое городище дало 113 (целых и обломанных) серпов. Часть серпов Райковецкого городища найдена непосредственно в разрушенной кузнице, где они лежали связкой в восемь серпов[1].

Древнерусский серп имел вполне современную конструкцию. Кривой широкий нож, иногда с зазубренным лезвием, на одном конце имеет острие, а на другом переходит через колено в черенок. Подобная конструкция существует уже в IX в.[2]. Формы кривизны лезвий очень разнообразны, что совершенно неизбежно при местном изготовлении серпов. Но среди этого кажущегося многообразия кривизны форм можно выделить локальные типы.

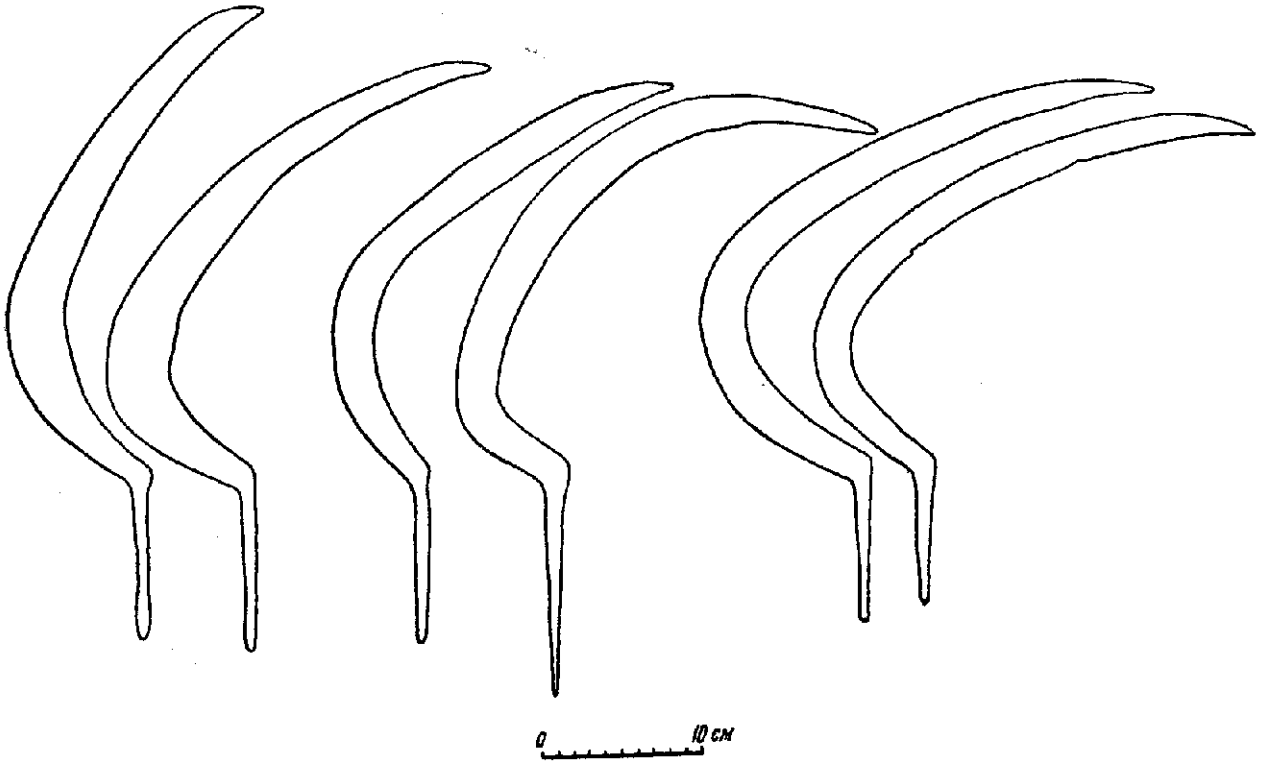


Рис. 53. Формы серпов

А. В. Арциховский методом аналитической геометрии вывел уравнения кривизны лезвий на ряде древних серпов[3]. Полученные уравнения легко разделились на несколько групп, которые совпадали с территориальным происхождением изучаемых серпов. Древнерусские серпы разделились

[1] П. Н. Третьяков. Костромские курганы, 1931, стр. 34.

[2] А. В. Арциховский. Курганы вятичей. М., 1930, стр. 96.

[3] Исключением является погребение № 15 в Подболотьевском могильнике. В. А. Городцов считал его мужским, но следует заметить, что среди сопровождающего инвентаря находились браслет и перстень. В. А. Городцов. Археологические исследования в окрестностях г. Мурома. М., 1914, стр. 43.

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище Киев, 1950, стр. 85.

[2] Б. А. Рыбаков. Древности Чернигова. МИА, № 11, М., 1949, стр. 43.

[3] А. В. Арциховский. К методике изучения серпов. Труды секции археологии. РАНИИОН. М., 1928, т. IV, стр. 29.

на три типа: новгородский, московский и днепровский (рис. 53 и 54). Кривая новгородских серпов — парабола, московских и днепровских — эллипсис.

Средний размер серпа колеблется по длине лезвия (по прямой) около 275 мм, по ширине 25—30 мм и толщине 3—4 мм. Иногда лезвие древнерусского серпа насекалось. На черенок серпа надевали деревянную рукоятку. Среди археологических материалов имеется несколько серпов с сохранившимися деревянными рукоятками.

Технологическому изучению были подвергнуты 23 древнерусских серпа с 12 памятников. Шлифы для структурного анализа делались на поперечных сечениях лезвий (рис. 55). На трех серпах (Новгор. кург.-8, -11, Райки-12) они были сделаны многократно в разных местах лезвий. Эти шлифы на каждом отдельном лезвии повторяли одну и ту же структуру, что позволило и для остальных серпов, на основании одного поперечного шлифа, говорить о строении всего клинка серпа.

Среди 23 исследованных серпов обнаружились три структурные схемы (рис. 56).

А. Сварка лезвия из трех полос обнаружена на двух образцах.

Б. Наварка на железный клинок серпа стального лезвия обнаружена на 13 образцах.

В. Цельностальной серп. Эта технология обнаружена на четырех образцах.

Кроме того, на четырех серпах обнаружена цельножелезная структура.

Как мы видим, подавляющая масса серпов (65%) изготовлена уже знакомой нам технологией; это соединение в изделии двух материалов: вязкого железа — для основы клинка и серпа и твердой стали — для режущего острия.

А. Технология изготовления трехслойного лезвия, у которого в середине клинка проходит стальная полоса, является наиболее целесообразной, но и более трудоемкой, чем другие. Оба серпа (Райки-10, -12) найдены на Райковецком городище. Как и большинство находок Райковецкого городища, серпы находились в отожженном состоянии. Средняя, стальная полоса имела структуру перлита с ферритом. На обоих образцах перлит сохранил следы дополнительного нагрева (сорбитообразный перлит). Это говорит нам о том, что серпы термически обрабатывались. Сталь на серпах была среднеуглеродистая, с содержанием углерода 0,35—0,4%.

Б. Технология изготовления серпа с наваренным стальным лезвием по структуре изученных шлифов [1] реконструируется так:

1-я операция. Заготовка двух железных и

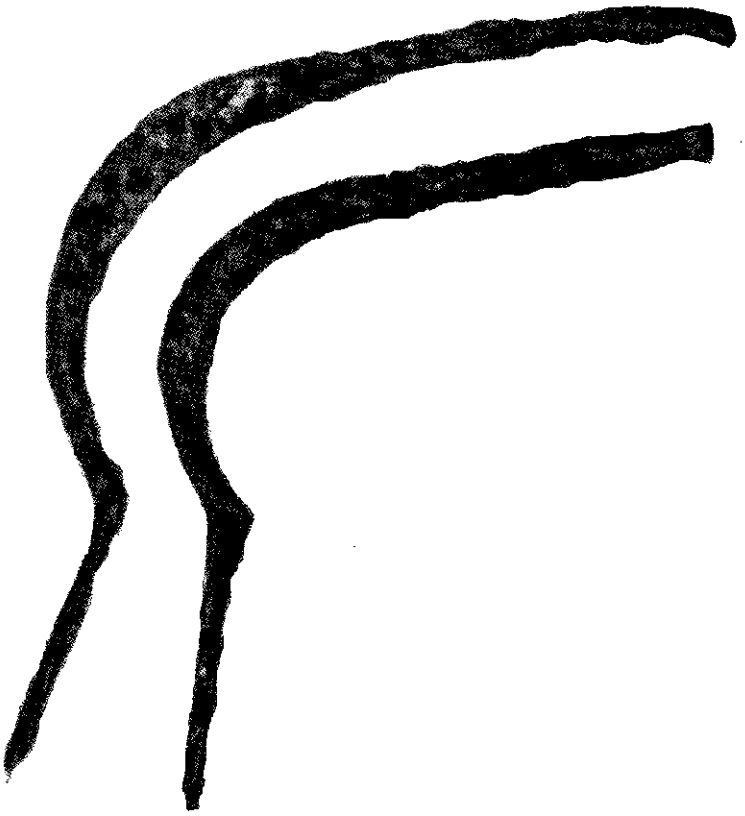


Рис. 54. Серп

одного стального брусков. Для серпа среднего размера заготовки по весу были равны: железный брусок для клинка 160 г, стальной для наварки 40 г и железный для черенка 30 г.

2-я операция. Вытяжка железного и стального брусков под сварку. Длина брусков не более 10—15 см.

3-я операция. Сварка.

4-я операция. Вытяжка и изгиб лезвия серпа [2].

5-я операция. Выков черенка.

6-я операция. Приварка к серпу черенка.

7-я операция. Окончательная выточка лезвия на точильном камне.

8-я операция. Термическая обработка лезвия серпа.

---

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 230.

[2] Эта операция требует не менее 4—7 нагревов.

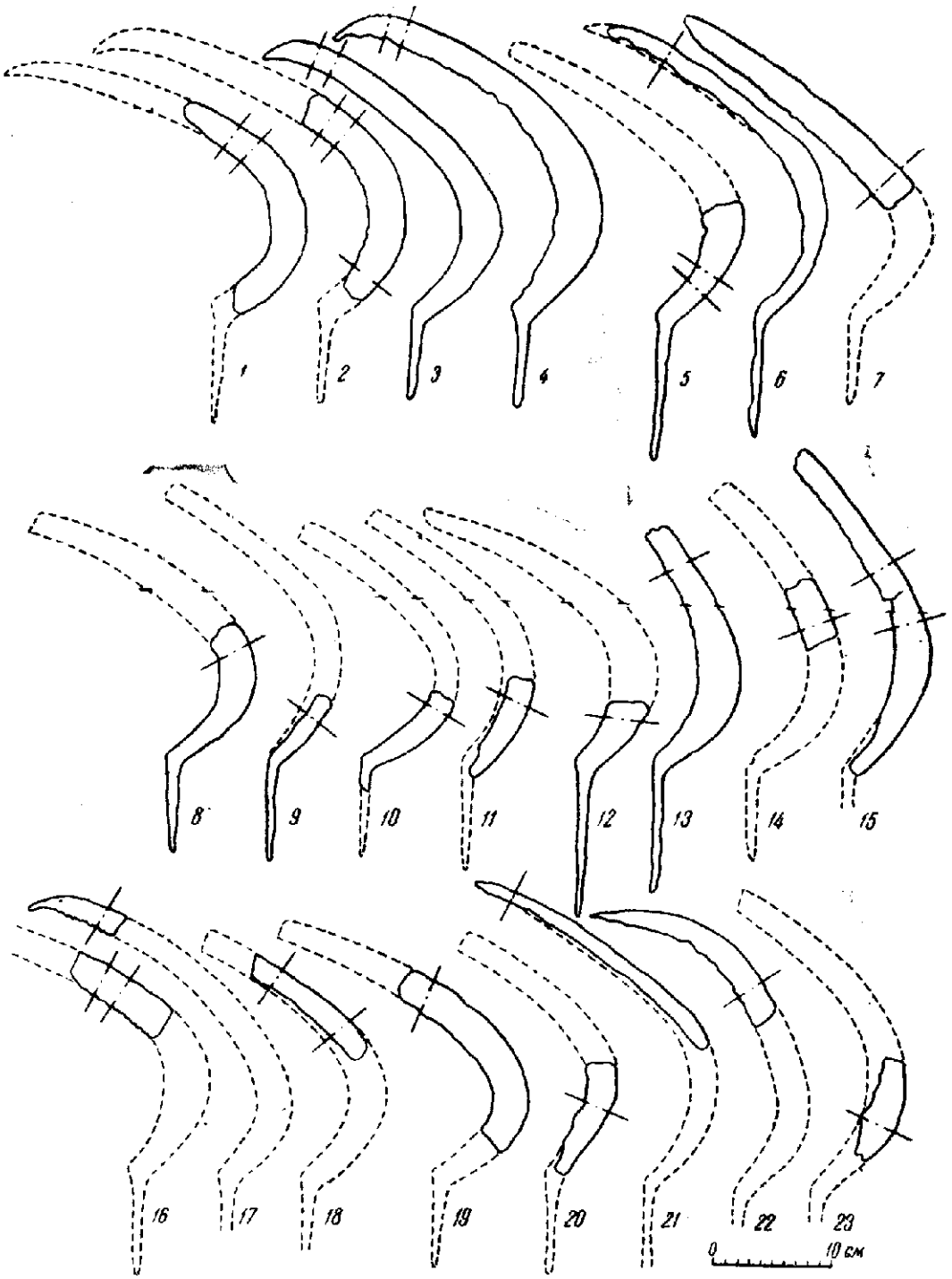


Рис. 55. Расположение шлифов на исследованных серпах

1 — Новгор. кург.-10; *2* — Новгор. кург.-11; *3* — Райки-14; *4* — Княжая-5; *5*—Райки-10; *6* — Владимир-7; *7* — Дрогичинское-1; *8* — Новгор. кург.-7; *9* — Речица-1; *10*— Новгор. кург.-9; *11*—Вишенки-3; *12*—Райки-11; *13* — Княжая-6; *14* — Новгород-19; *15* — Рязань-11; *16* — Райки-13; *17* — Псков-10; *18* — Райки-12; *19* — Новгор. кург.-8; *20* — Федяшево-2; *21* — Княжая-4; *22* — Новгород-18; *23* — Подболотье-7

Из 13 исследованных серпов с наваренными лезвиями термическую обработку сохранили 12 образцов. Из них три образца (Новгород-19, Новгор. кург.-7, -11) имеют структуру мартенсита, три образца (Новгор. кург.-8, Подболотье-7, Дрогичинское-1) — структуру мартенсита и троостита, два образца (Княжая-4, -6) — троостита и четыре (Новгор. кург.-10, Речица-1, Райки-11, -14) — сорбита.

9-я операция. Отточка лезвия.

10-я операция. Последней операцией была насечка лезвия [1].

В. Механическая технология изготовления цельностальных серпов в основном идентична серпам с наварным лезвием. Здесь лишь исключалась операция наварки. Но в любом цельностальном орудии труда и особенно в таком конструктивно сложном, как серп, большое значение имеет термическая обработка. Современный серп изготовляется (на основе тысячелетнего опыта) из среднеуглеродистой стали с содержанием углерода 0,4—0,5% и подвергается сложной термической обработке (закалка с последующим отпуском).

Из четырех изученных цельностальных серпов все были термически обработаны.

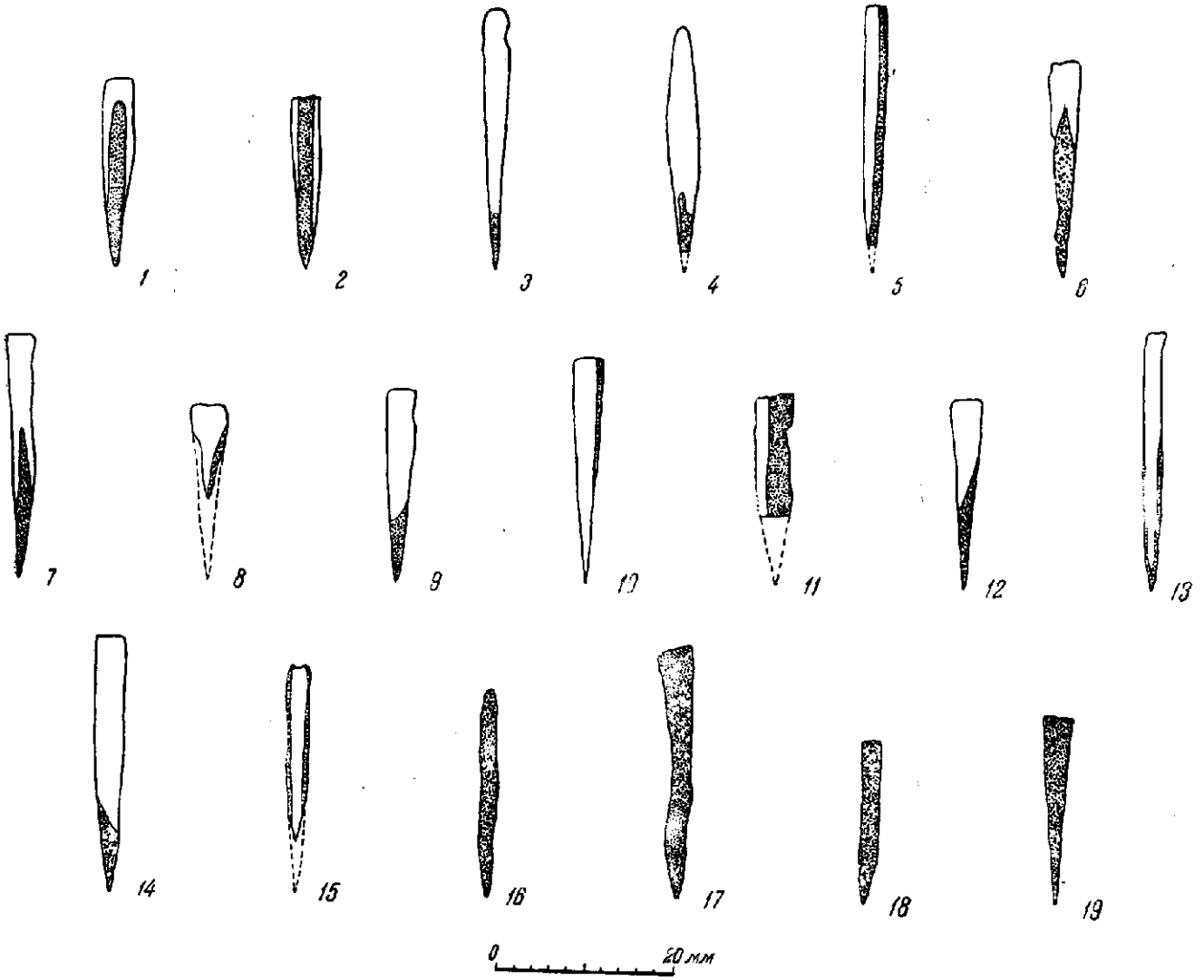


Рис. 56. Технологическая схема серпов

Многослойная сварка: *1* — Райки-10; *2* — Райки-12
Наварка стального лезвия: *3* — Новгород-19; *4* — Новгор. кург.-7; *5* — Новгор. кург.-8; *6* — Новгор. кург.-10; *7* — Новгор. кург.-11; *8* — Княжая-4; *9* — Княжая-6; *10* — Подболотье-7; *11* — Речица-1; *12* — Вишенки-3; *13* — Дрогичинское-1; *14* — Райки-11; *15* — Райки-14
Цельностальные лезвия: *16* — Новгород-18; *17* — Рязань-11; *18* — Псков-10; *19* — Федяшево-2. Ув. 100

[1] Серпы насекали не всегда.

Более или менее правильную термическую обработку имели три образца (Новгород-18, Рязань-11, Федяшево-2). Лишь один образец (Псков-10) был закален на мартенсит. Это придавало серпу излишнюю хрупкость, и он при малой толщине клинка легко мог (низкоуглеродистая сталь) на острие серпа Райки-13 равна 258 единицам. Твердость для такого материала повышенная. Здесь, возможно, имела место операция наклепа.

Итак, изучение серпов показало, что основным технологическим приемом изготов-

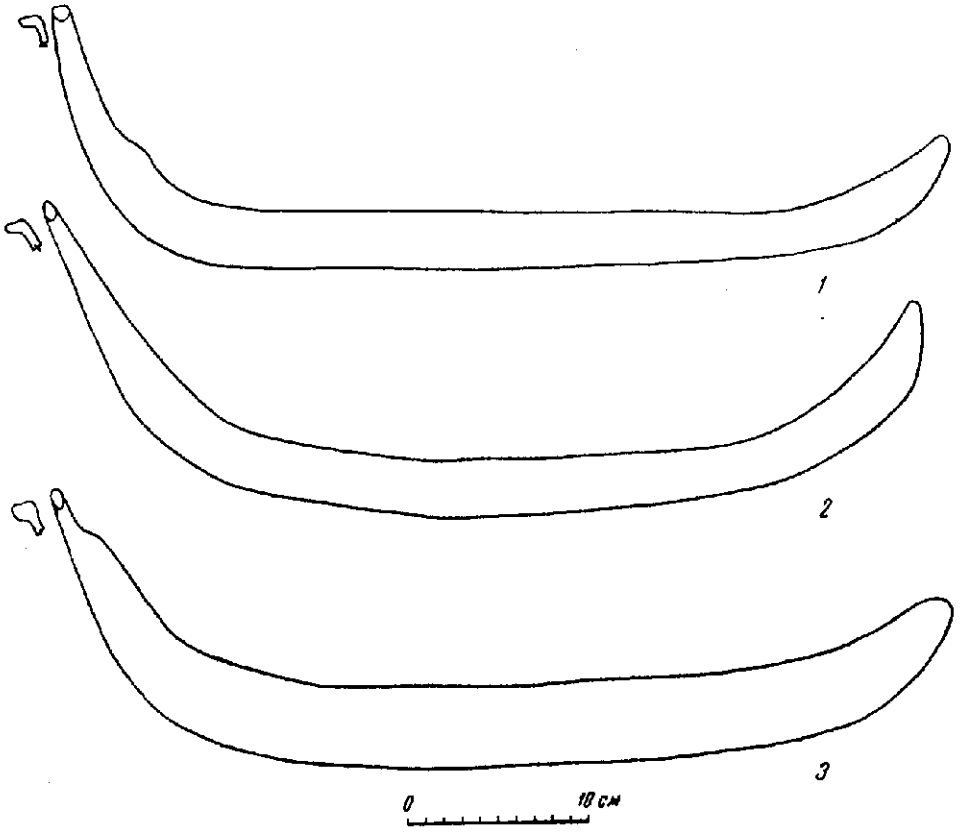


Рис. 57. Формы кос

1 — Новгородские курганы; 2 — Приладожские курганы; 3 — Княжая Гора

ломаться (дошедший до нас образец — обломок лезвия).

Цельножелезные (вернее низкоуглеродистые, так как на всех экземплярах имеются участки феррита с перлитом при содержании углерода в 0,15—0,2%) лезвия обнаружены на четырех образцах (Новгор. кург.-9, Владимир-7, Княжая-5, Райки-13). Два образца взяты от целых серпов (Владимир-7, Княжая-5) и два (Новгор. кург.-9, Райки-13) от обломанных серпов, но с хорошо сохранившейся насечкой. Следовательно, перед нами лезвия в рабочем состоянии. Структура материала серпов полосчатая. Полосы чистого феррита, идущие вдоль клинка, перемежаются с полосами феррита с перлитом. Микротвердость материала

ления серпа в древней Руси была наварка стального лезвия на железную основу серпа. Одной из сложнейших технологических операций была термическая обработка. Трудность этой операции на серпе увеличивается вследствие большого размера изделия при его малой толщине и значительной кривизне формы. Основным термическим режимом обработки серпов была закалка с отпуском, но применялась и мягкая закалка. Изготовлены серпы с одинаковой технологией, мастерством и качеством как в городских, так и в деревенских инвентарях.

Большинство изученных нами серпов относятся к XI—XII вв. и часть к XIII в. Серпы X в. структурно нами широко не изучались вследствие их большой редкости в му-

зейных коллекциях. Единственный экземпляр исследованного нами серпа IX—X вв. происходит из Подболотьевского могильника. Основа его технологии — также наварка стального лезвия. Какова была техника изготовления серпов из Черниговских курганов IX—X вв. мы не знаем, но вероятнее всего такая же.

Сталь на серпы в большинстве случаев бралась среднеуглеродистая, с содержанием углерода от 0,35 до 0,7%. Встречен один серп (Вишенки-3) с наваренным лезвием, которое после выкова было подвергнуто дополнительной цементации. Содержание углерода в лезвии этого серпа достигает 1,3%. Микротвердость лезвий серпов после термической обработки была довольно высокой. Она колебалась от 430 до 673 единиц по Виккерсу.

К XI в. форма древнерусских серпов стабилизируется в основном вокруг трех типов — новгородского (северный), московского (среднерусский) и днепровского (южный) — и почти в таком виде доходит до XX в.

Итак, изучение технологии и конструкции серпов показало, что русский земледелец в X—XIII вв. получал от ремесленника по обработке железа и стали качественное и рациональное по конструкции орудие уборки урожая — серп.

Коса — режущее сельскохозяйственное орудие труда, применявшееся при сенокошении. В древнерусском археологическом материале — коса-горбуша появляется уже в IX в. (Старая Ладога). В противоположность серпу коса была орудием труда мужчины. В курганах косы клались исключительно в мужские погребения [1]. В городских и городищенских слоях косы, подобно серпам, встречаются не очень часто. К настоящему времени больше всего они представлены среди инвентаря Новгородских курганов.

Древнерусская коса (рис. 57) по форме и конструкции очень похожа на косу-горбушу, бытовавшую в недавнем прошлом в северо-восточных районах европейской части СССР и частично в Сибири [2]. Современная коса появилась на Руси в более позднее время. Длина древнерусской косы (по прямой) колеблется от 400 до 540 мм. Ширина лезвия у кос северных районов колеблется около 30 мм, а у кос южных и юго-западных районов древней Руси около 45 мм. Толщина лезвия на обухе 3—4 мм. Для увеличения продольной жесткости на древнерусских косах по длине всего клинка иногда делали боковые долы (Ковшарово-1, -2, Райки-15) или ребро на обухе (Новгор. круг.-12, -15). Эти конструктивные элементы позволяли облегчить вес косы, не уменьшая продольной прочности лезвия. Вес косы колебался от 350 до 500 г (рис. 58).

Рис. 58. Коса

Среди многообразия форм и размеров древнерусских кос можно выделить два более или менее устойчивых типа — северный и южный. Северный тип кос характерен

[1] А. В. Арциховский. Курганы вятичей. М., 1930, стр. 96. П. Н. Третьяков. Костромские курганы. Ивестия ГАИМК, т. IX, вып. 6—7, 1931, стр. 34.

[2] D. Zelenin. Russische (ostslavische) Volkskunde. Lpz., 1927, стр. 32.

удлиненным узким лезвием и вытянутой черенковой частью — пяткой. Он широко представлен в древностях Новгородской земли и Верхнего Поволжья. Южный тип характерен более коротким, но широким лезвием и укороченной черенковой частью. Он представлен среди древностей Киевщины, Волыни и Южной Белоруссии.

В настоящее время еще часто можно видеть, как крестьянин перед косьбой отбивает лезвие косы. Операция наклепа лезвия косы, без сомнения, восходит еще к глубокой древности, когда перед работой лезвие из железа или низкоуглеродистой стали вытягивали, чем придавали ему дополнительную твердость.

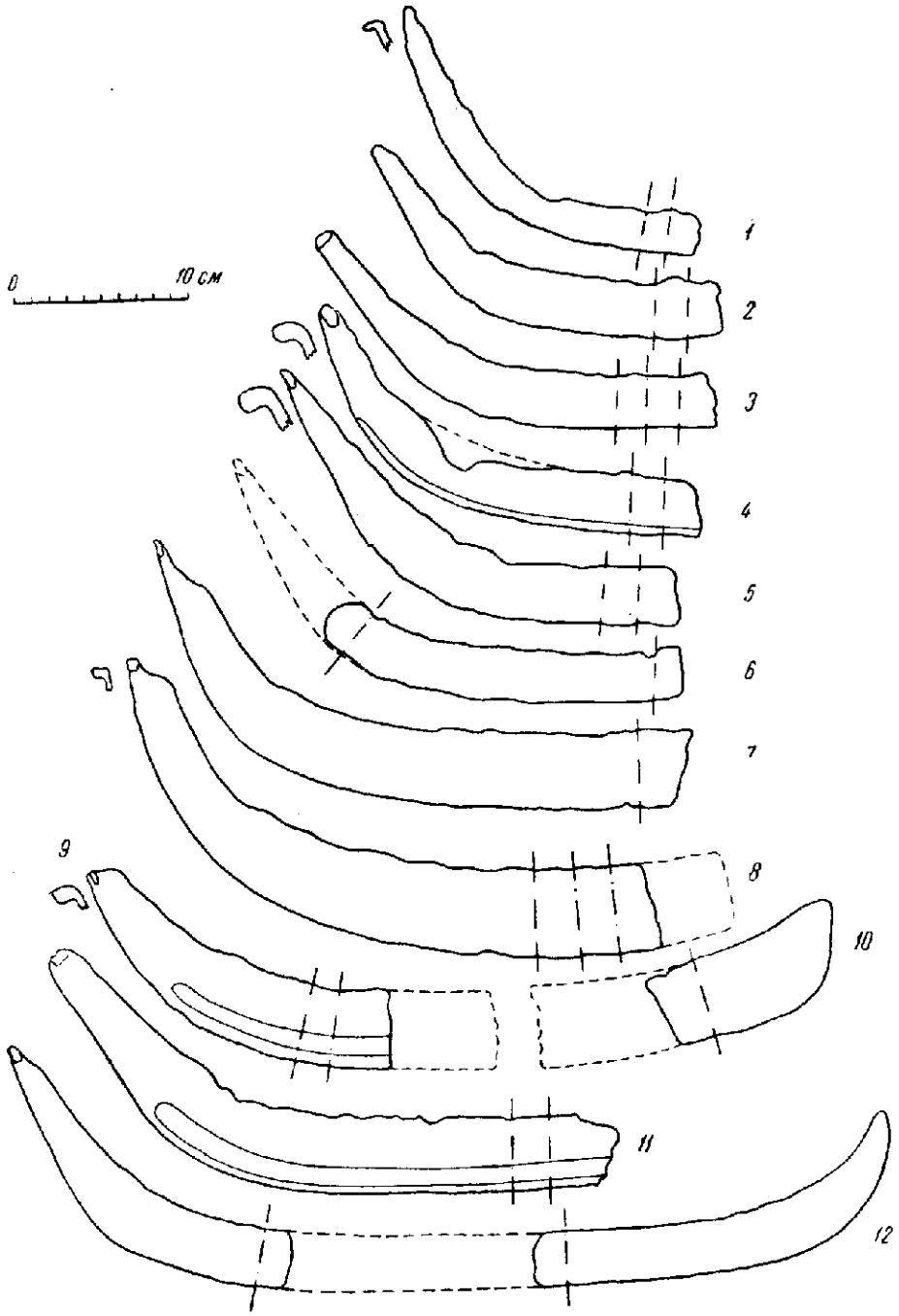


Рис. 59. Расположение шлифов на исследованных косах

1, 2, 4, 5, 6, 12 — Новгородские курганы; 3 — Новгород; 7, 8 — Княжая Гора; 9, 11 — Ковшарово городище; 10 — Райковецкое городище

На косовище коса прикреплялась черенковой частью (пяткой). Укреплялась она посредством железного кольца с клином или увязкой в несколько рядов просмоленной веревкой.

серпам, в дальнейшем на основании одного-двух поперечных шлифов говорить о строении всего лезвия.

На 12 косах обнаружились три структурные схемы, три метода технологии. Древне-

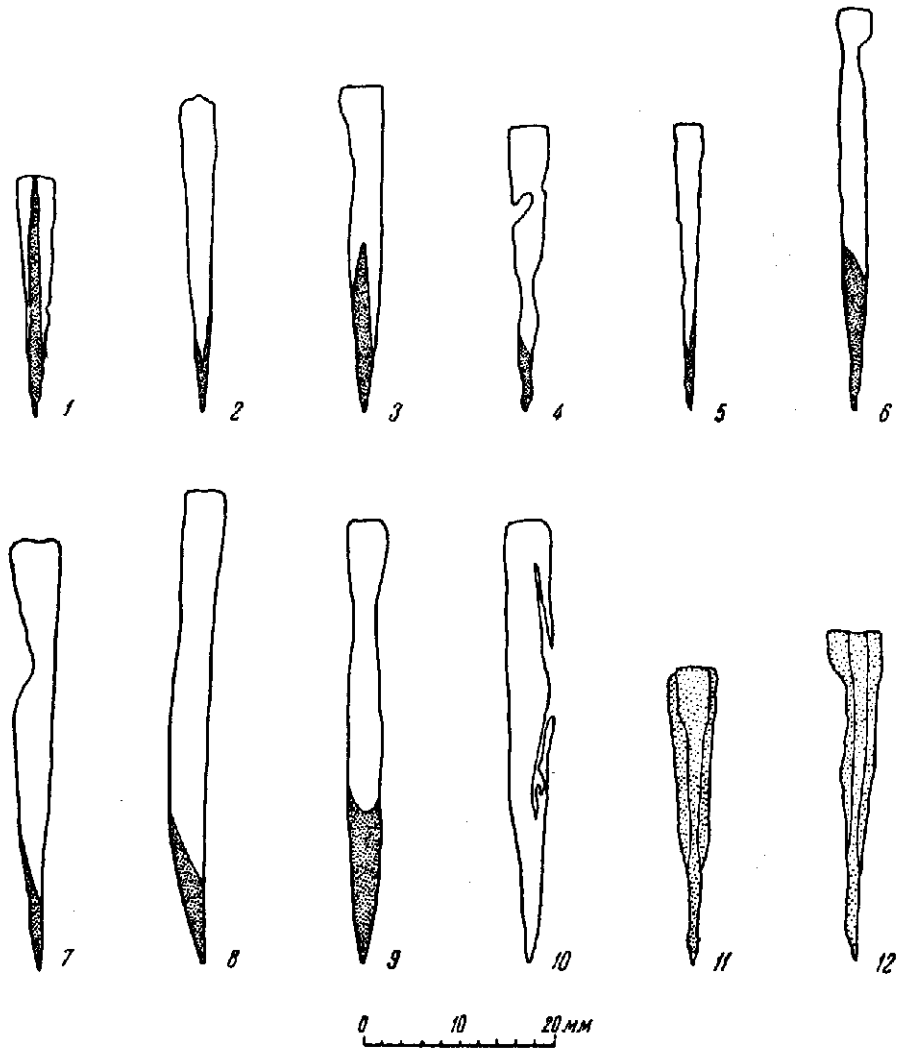


Рис. 60. Технологическая схема кос

Многослойная сварка: *1* — Новгор. кург.-16; Наварка стального лезвия: *2* — Новгород-17; *3* — Новгор. кург.-12; *4* — Новгор. кург.-13; *5* — Новгор. кург.-17; *6* — Ковшарово-1; *7* — Ковшарово-2; *8* — Княжая-7; *9* — Райки-15. Цельностальные косы: *11* — Новгор. кург.-14; *12* — Новгор. кург.-15. Железное лезвие: *10* — Княжая-8

Технологическому изучению были подвергнуты 12 кос с пяти археологических памятников. Шлифы делались на поперечном сечении лезвия косы (рис. 59). Для проверки однородности структурного строения по длине клинка на трех косах (Новгород-17, Новгор. кург.-17, Княжая-7) шлифы были сделаны в разных местах. В каждой из указанных кос они повторяли одну и ту же структуру. Это позволило, подобно ножам и

русские кузнецы в производстве кос применяли следующие технологические приемы (рис. 60).

А. Изготовление трехслойного клинка. В середине проходило стальное лезвие. Технология была обнаружена на одном образце.

Б. Наварка на железный клинок косы стального лезвия. Обнаружено на восьми образцах.

В. Цельностальные косы. Обнаружено на двух образцах.

Кроме того, на одном образце была обнаружена однородная ферритная структура.

А. С технологией изготовления многослойного лезвия мы уже встречались при описании техники производства ножей и серпов. Совершенно такая же структурная схема обнаруживается на таком более крупном и сложном изделии, как коса.

Изучаемый нами экземпляр косы (Новгор. кург.-16) происходит из новгородских курганов, курганной группы у дер. Систа, кургана № 9. Дата курганов: XI—XII вв. Коса с обломанным лезвием. Длина сохранившейся части косы 245 мм. Ширина лезвия 25 мм и толщина спинки 3,5 мм. Образец взят у обломанного конца.

Рис. 61. Макроструктура лезвия многослойной косы

Средняя темная полоса — сталь. Ув. 3,4

На шлифе обнаружилась структура, изображенная на рис. 61. Посредине клинка, по всей его длине, идет темная полоса толщиной 0,75 мм. Это — вваренное стальное лезвие. Светлые бока — железная основа. Структурное состояние вваренной полосы — мартенсит и троостит. Сварочный шов очень чистый. Структура основы клинка — феррит. У поверхности, ближе к обуху, встречаются участки феррита с сорбитообразным перлитом полосчатого строения.

Перед нами очень сложная и интересная технология. Пооперационно она мною описана для ножей на стр. 75. Технология изготовления косы имеет те же операции и последовательность, но здесь совершенно другие объемы работ. Длина развернутого лезвия древнерусских кос колеблется от 550 до 675 мм. Вытяжка такой полосы при толщине 3,5—4,5 мм представляет очень сложную и трудоемкую работу. В настоящем описании технологии я остановлюсь на операции выточки клинка. То, что клинок точился (т. е. производство уже самого острия), а не выковывался, не вызывает сомнений. Достаточно взглянуть на макрофотографию шлифа (рис. 61), чтобы убедиться в этом.

Параллельность волокон в феррите и параллельность сварочных швов говорят о том, что горячая обработка металла окончилась тогда, когда лезвие имело прямоугольное сечение (длиной, равной ширине будущего лезвия, и шириной, равной толщине спинки с припуском на чистовую обработку).

Последующие операции производились с металлом в холодном состоянии. Единственно возможным для древней Руси является резание металла на шлифовальном кругу, т. е. обточка клинка на циркульном точиле. Трудоемкая работа обточки клинка длиной 600 мм требовала не только продолжительного времени, но и высокопроизводительного оборудования. Ручное точило с очень малыми скоростями, а следовательно с очень низкой производительностью, едва ли могло удовлетворять мастера. При этой операции могло применяться по меньшей мере точило с ножным приводом.

Б. Наварка на железную основу стального лезвия. Самый распространенный технологический прием в древней Руси. Обнаружен на восьми косах с пяти археологических памятников [1].

Технология наварки описывалась нами несколько раз. Здесь я остановлюсь лишь на некоторых операциях. Наварка стали на лезвие косы производилась так же, как и в других изделиях на заготовках. Количество исходного металла кузнец обычно определяет по весу готового изделия, прибавляя к нему часть веса на угар металла и чистовую обточку. Средний вес древнерусской косы около 400 г. Прибавим 100 г на угар и обточку. Получим общий исходный вес в 500 г. На наших образцах наваренное лезвие составляет от $^1/_4$ до $^1/_{10}$ общей массы металла косы. Считая, что последнее отношение является результатом сточки лезвия, я беру в среднем отношении $^1/_4$. Кузнец изготовляет железный и стальной брусок соответствующего веса. В нашем случае для сварки он изготовляет бруски весом: железного 375 г и стального 125 г. Затем кузнец подготовляет соединяемые поверхности под шов и производит сварку. Последующая после сварки операция — вытяжка клинка в

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 233.

длину до 600 мм. Основная трудность при этом — многократность нагрева металла. Кустарь-косник XIX в. в продолжении этой операции делал 8—10 нагревов.

Все восемь образцов сохранили термическую обработку. Лезвие косы Новгор. кург.-12 находится в состоянии мартенсита, косы Ковшарово-2 — троостита и мартенсита, кос Новгор. кург. -17, Княжая-7, Новгород-17, Ковшарово-1, Райки-15 — троостита и косы Новгор. кург.-13 — сорбита. До последнего времени операция термической обработки косы и также серпа в кузнечном производстве считалась одной из сложных и давала наибольший процент брака среди всех прочих операций. Равномерный нагрев такого длинного изделия (а о том, что нагрев был равномерным, говорят структуры) был возможен только в большом горновом пространстве и при мощном дутье. Коса закаливалась не целиком, черенковая часть в воде не замачивалась и сохраняла более вязкую структуру, чем на лезвии. Об этом свидетельствуют шлифы на черенковой части образцов Новгор. кург.-15, 17.

В. Цельностальные косы. Оба экземпляра (Новгор. кург.-14, -15) были термически обработаны. Металл лезвий обеих кос имел структуру мартенсита с трооститом. Микротвердость лезвия на косе Новгор. кург.-14 равнялась 626 единицам по Виккерсу. Обе косы были подвергнуты мягкой закалке.

Цельножелезный клинок встречен только на одной косе (Княжая-8). Экземпляр плохой сохранности, со сточенным лезвием. Была ли здесь наварка — сказать трудно, но допустить существование технологии цельножелезных кос, даже и с наклепом лезвия, нельзя, тем более, что данный экземпляр происходит с городища Княжая Гора, имевшего в свое время высокоразвитую технику кузнечного ремесла.

Итак, мы видим, что изученные нами косы (кроме Княжая-8) имели стальные, термически обработанные лезвия.

В древнерусской технологии обработки черного металла изготовление косы было довольно сложным и трудоемким. Здесь мастер должен был сочетать прочность и легкость конструкции с большой длиной клинка, максимальную твердость лезвия с вязкостью обуха. Как мы видим, древнерусский кузнец успешно справлялся со всеми этими техническими требованиями, применяя технологию наварки стального лезвия на железную основу клинка с последующей термической обработкой. Для изготовления лезвия применялась высокоуглеродистая сталь однородного строения. Содержание углерода в лезвии достигало 0,8—0,9%.

Основным режимом термической обработки косы являлась так называемая мягкая

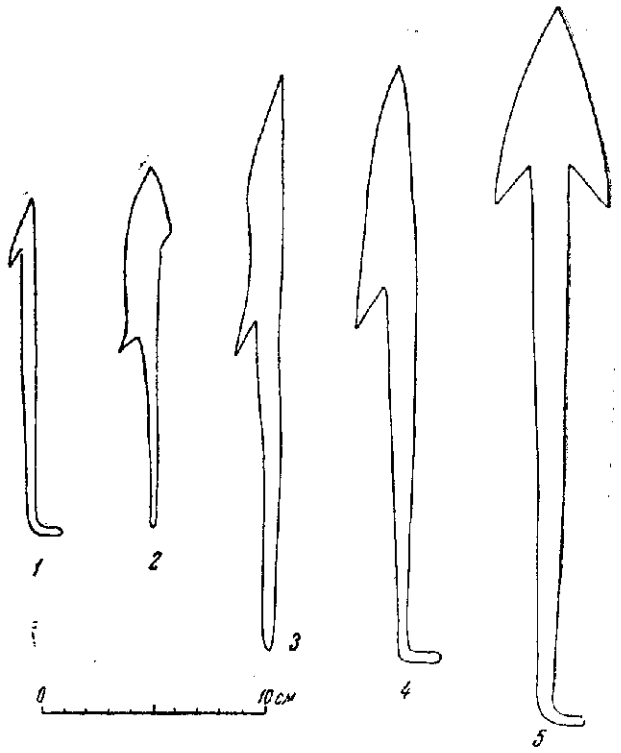


Рис. 62. Формы гарпунов

1 — Вышгород; 2 — Новгород; 3 — Псков; 4, 5 — Княжая Гора

закалка, т. е. охлаждение нагретого изделия в специальной жидкой среде или подогретой воде. Такой режим значительно снижал хрупкость металла, что особенно важно в косах. Подобной термической обработке подвергались в первую очередь цельностальные косы, а также и косы с наваренными лезвиями.

Все изученные косы, кроме райковецкой, относятся к XI—XII вв. Косы IX—X вв., как и серпы, мы изучить не могли.

В заключение следует заметить, что тонко разработанная механическая и термическая технология была присуща в одинаковой степени косам из городских слоев и из деревенских курганов.

Единственным специализированным орудием труда скотовода, изготовлявшимся из железа, были ножницы для стрижки

овец. Пружинных ножниц среди древнерусского археологического материала представлено очень много. Так как данный тип ножниц, кроме стрижки овец, широко применялся в ремеслах и в быту, я сделал подробное технологическое описание их в начале главы (стр. 82).

Из оружия древнерусского охотника кузнец изготовлял стрелы, гарпуны. Стрелы я буду рассматривать в разделе оружия, а сейчас остановлюсь только на гарпуне.

ступя от конца 25 мм. На обоих шлифах была обнаружена сплошь ферритная структура. Образец с гарпуна Новгор. кург.-20 был взят на лезвии, отступя от конца 20 мм. Шлиф обнаружил следующее строение: в середине, поперек шлифа шла узкая переходная зона феррита с сорбитом. Сварочный шов заметен плохо. Одна половина шлифа была ферритная, чистая от шлака, другая находилась в метастабильном состоянии и обнаружила мартенсит и мартенсит с тро-

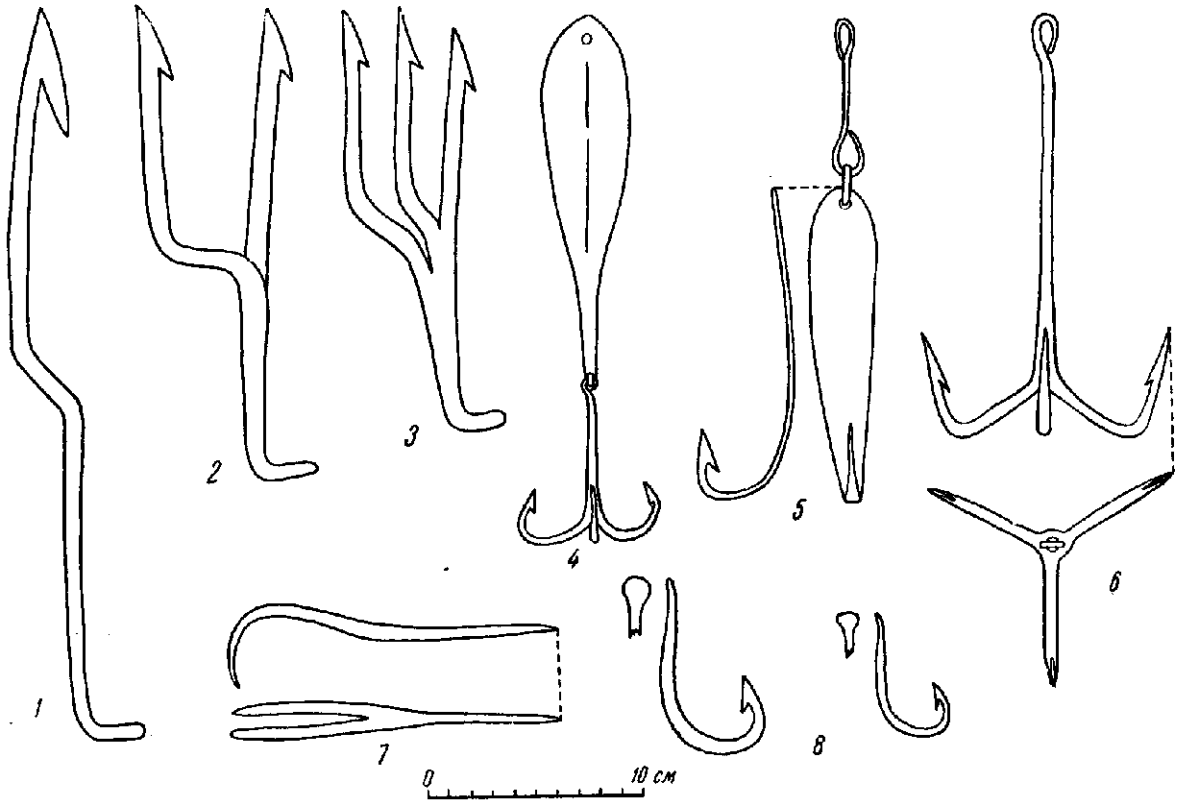


Рис. 63. Рыболовные снасти

1, 2, 3, — остроги; *4, 5* — блесны; *6, 8* — крючки; *7* — рыбный крюк

В древней Руси гарпуны были черенковые, одношипные или двушипные (рис. 62). У некоторых гарпунов черенки на концах были с крючками. Такие гарпуны не вбивались в древко, а накладывались на его конец в соответственно сделанный выем и заматывались просмоленной веревкой. С таким креплением гарпун надежно держался на древке.

Микроструктурному анализу были подвергнуты два гарпуна из Новгородских курганов (Новгор. кург.-19, -20). Образец с гарпуна Новгор. кург.-19 был взят на лезвии, отступя от конца 30 мм, и на черенке, от-

ситом (рис. 64, *3*). Перед нами наварка стального лезвия. Другое лезвие (гарпун двушипный) было выковано из железной основы гарпуна. Гарпун был термически обработан.

Таким образом, из рассмотренных двух гарпунов один оказался цельножелезным, другой — с наваренным стальным лезвием. Технология изготовления гарпуна довольно проста, и подробно я ее описывать не буду.

В древней Руси существовали почти все известные в настоящее время (конечно, кроме промысловой механизированной ловли) способы ловли рыбы и орудия рыболовства.

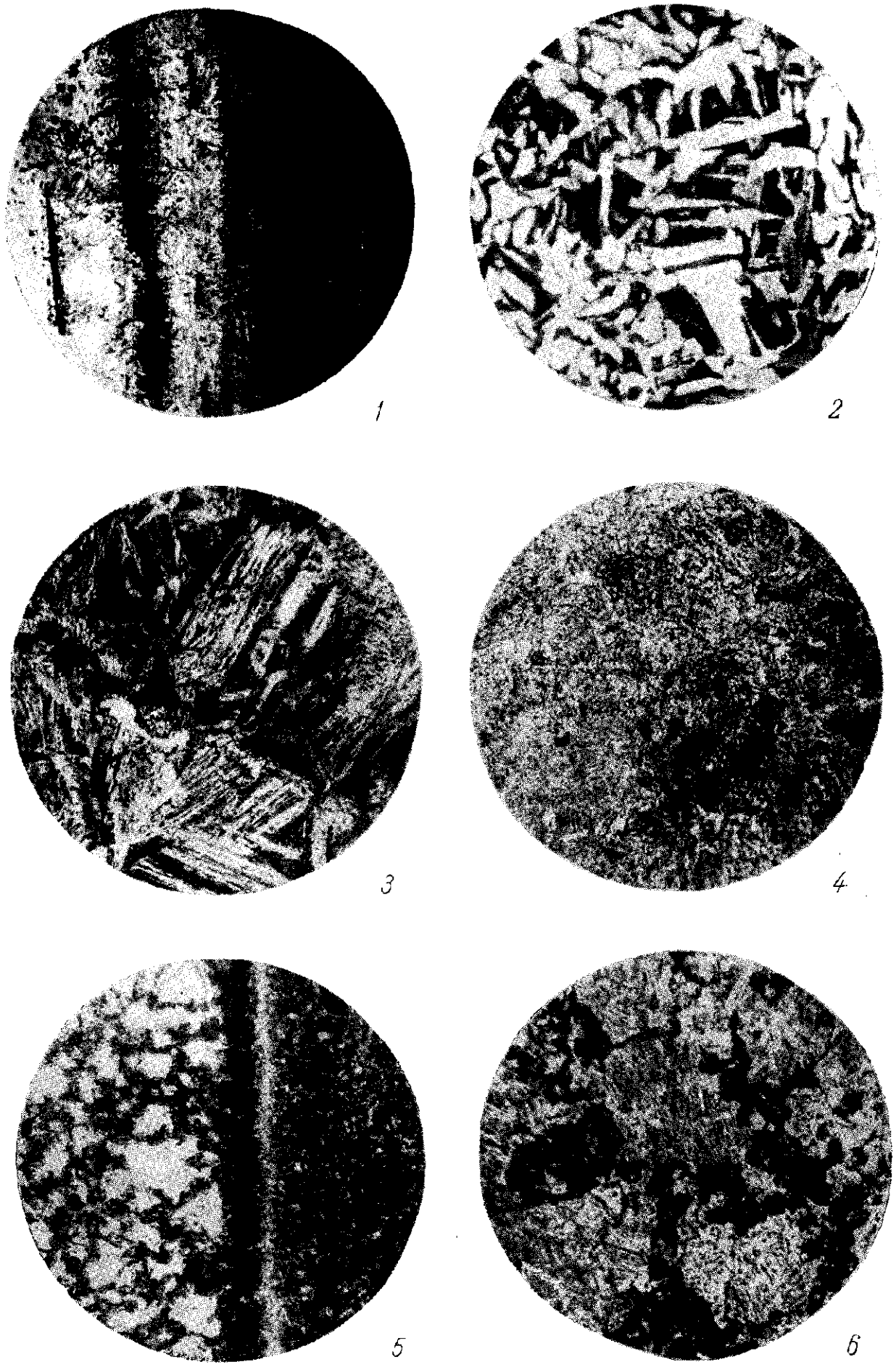


Рис. 64. Микроструктура

1 — лезвия косы, Ковшарово-2, сварочный шов, ув. 200; *2* — лезвия косы, Новгор. кург.-14, отожженная сталь (перлит с ферритом); *3* — лезвия гарпуна Новгор. кург.-20, сталь, термически обработанная (мартенсит), ув. 200; *4* — лезвия топора Новгород-15, сталь, термически обработанная (сорбит закалки), ув. 200; *5* — лезвия долота Кушманское-1, сварочный шов, ув. 100; *6* — лезвия долота Терюшово-1, структура термически обработанной стали, ув. 200

Большая часть рыболовных снастей изготовлялась из металла. Это были разнообразных форм и размеров остроги (однозубые, двузубые, трезубые), крючки (одноконечные, трехконечные), блесны, багры и ряд разнообразных крючковидных приспособлений (рис. 63).

Среди археологических материалов рыболовные орудия особенно многообразно представлены в находках с Княжей Горы и Девичь-Горы. Только в Киевском историческом музее находится более 100 рыболовных крючков, более десятка острог, блесен и т. д.

Все они изготовлялись из железа. Микроструктурное исследование одного крючка и одной остроги (Княжая-12, -22) показало на остриях ферритное строение. Технологическая сторона изготовления рыболовных орудий не вызывает особого интереса, она ограничивается простыми кузнечными операциями, как-то: вытяжка, изгибы, сварка. Правда, острию крючков окончательную форму и остроту придавали в холодном состоянии, но и здесь операции ограничивались холодной расклепкой, наклепом и опиловкой на точиле или напильником. Более важна для нас организационная сторона ремесла. Массовость изделий и однообразие форм должны были вызвать специализацию по изготовлению рыболовных принадлежностей. Мы с полным правом можем допустить существование в XI—XII вв. специалистов-кузнецов по выделке рыболовных снастей, подобно удникам XVI в.

История технологии производства сельскохозяйственных и промысловых орудий труда, изученная на археологическом материале X—XIII вв., показывает нам высокое развитие технической культуры древнерусских ремесленников по обработке железа и стали, владевших сложнейшими операциями механической и термической обработки металла. Наиболее сложными изделиями были серп и коса. В технике их производства русские кузнецы к XI в. достигли такого совершенства, что их технология в истории русской металлообрабатывающей промышленности осталась без изменений вплоть до последнего времени, до новой машинной техники.

ГЛАВА IX

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕРЕВООБДЕЛОЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Основным поделочным материалом в многообразном древнерусском хозяйстве, технике и быте было дерево. Городские укрепления и жилища, служебные и иные постройки, транспортные средства, мосты и мостовые, механизмы, станки (токарные, ткацкие и др.) и многие орудия труда, мебель и домашняя утварь,— все делалось из дерева. Вполне естественно, что большое значение в жизни древнерусского человека имел деревообделочный инструмент. Снаряжая умершего в потустороннюю жизнь, из железных вещей родственники в первую очередь клали в могилу нож и топор.

Все основные виды и формы деревообделочного инструмента выработались уже в IX—X вв. Топоры и пилы, долота и сверла, скобели и стамески приобрели в это время наиболее рациональные формы и с такой конструкцией просуществовали вплоть до XX столетия.

Технологическому изучению нами были подвергнуты наиболее массовые виды деревообделочных орудий труда. К числу последних я отношу топоры, долота, тесла, скобели, пилы, сверла, стамески, токарные резцы, молотки-гвоздодеры. Помимо перечисленных орудий труда при обработке дерева требовались в огромных количествах гвозди, заклепки и разнообразные крепежные скобы для соединения деревянных частей между собой. Эти виды изделий нами также будут рассмотрены.

Перейдем теперь к изучению каждого вида орудий в отдельности.

Топор — универсальное орудие для рубки и тески дерева, не менее часто ремесленнику и смерду топор служил и боевым оружием. В древнерусских письменных памятниках топор, как орудие труда, упоминается чаще под термином «сокира» или «секыра» [1]. В древней Руси существовали и широко применялись топоры боевые (боевые

[1] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. III, стр. 460, 892.

топорики). Они будут рассмотрены особо в разделе оружия.

Топор — сравнительно частая находка в городских и городищенских слоях, в курганах и могильниках, хотя топоры встречаются гораздо реже, чем, скажем, ножи. В погребениях он встречается как в мужских, так и в женских, но в мужских чаще.

цией топоров. Первый тип, обычно наиболее массивный и тяжелый (средний вес 850 г) — это плотничий топор. Второй тип топора более легкий (средний вес 700 г) — это орудие столяра, бондаря. Он наиболее часто применялся и как боевой топор. Третий тип топора был всегда лесорубным. К этому типу относятся и колуны.

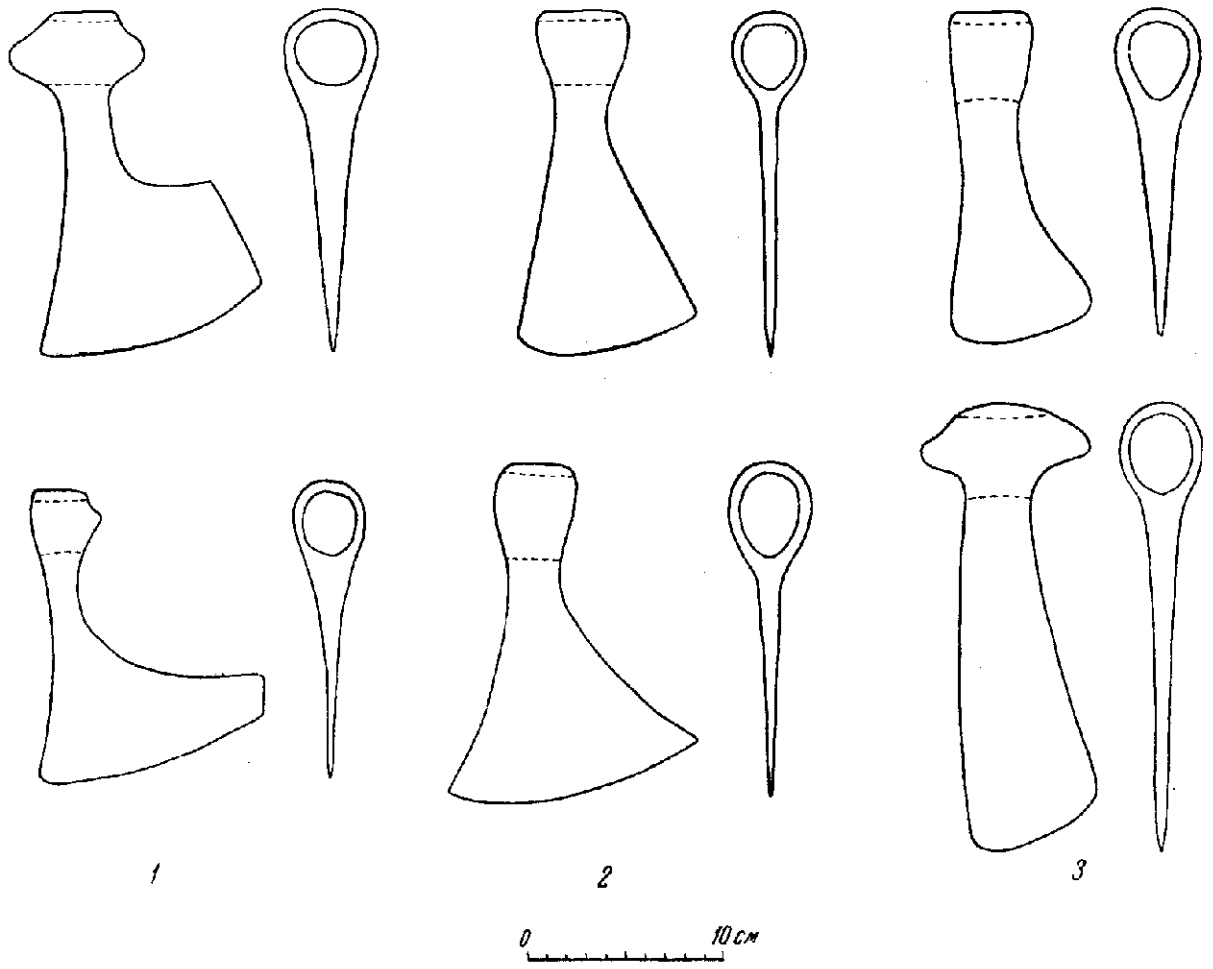


Рис. 65. Типы топоров

1 — плотничий; 2 — столярно-бондарный; 3 — лесорубный

Древнерусский топор имел большое разнообразие форм и размеров. А. А. Спицын, классифицируя находки Новгородских курганов, разбивает все топоры на три типа[1]. Первый тип: топоры с выемкой и опущенным лезвием, второй тип — топоры с широким симметричным лезвием и третий тип — топоры узкие, прямые (рис. 65 и 66). Я считаю, что данную классификацию топоров можно принять целиком, тем более что она согласуется с функциональной специализа-

[1] А. А. Спицын. Курганы С.-Петербургской губ в раскопках Ивановского. СПб., 1896, стр. 31.

Территориально по типам топоры однородны. В новгородских землях и на Киевщине, на западе и на востоке Руси мы встречаем совершенно одинаковые формы и размеры. Наиболее массовым типом является первый, т. е. плотничий. Из десяти древнерусских топоров на долю этого типа приходится 7—8 топоров.

Ручки у топора делались деревянные, прямые. В сечении они чаще всего были круглыми, иногда овальными. Древнерусский топор не имел плоского обуха (подобного современному) и не мог быть

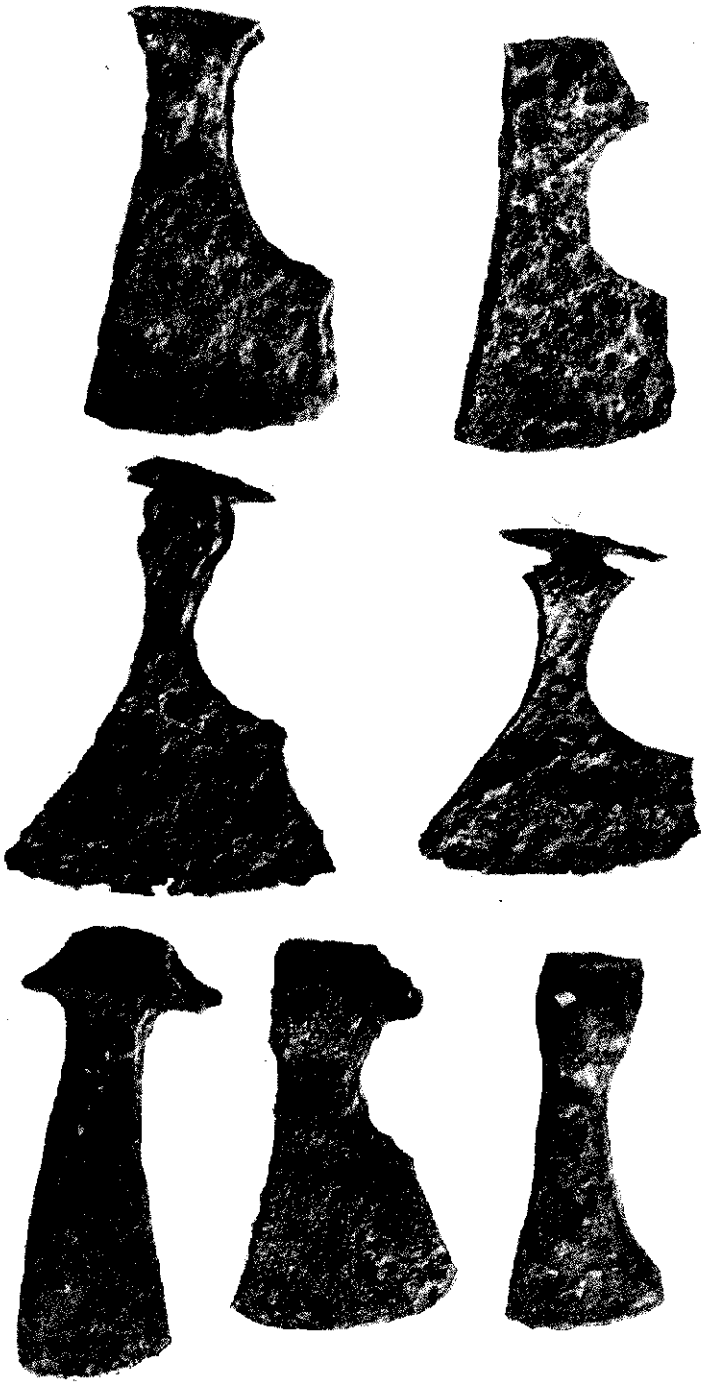


Рис. 66. Топоры

использован дополнительно в качестве ударного орудия (забивание гвоздей, удары по долоту и т. д.). Коэффициент полезного действия древнерусских топоров, по вычислению В. А. Желиговского, колебался в пределах от 0,8 до 0,973, т. е. почти приближаясь к единице [1]. Угол заострения лезвия топора (угол резания) равнялся 20—25°.

[1] В. А. Желиговский. Эволюция топора... По трассе первой очереди Московского метрополитена. Л., 1936, стр. 147.

Переход от позднедьяковского втульчатого топора к проушному древнерусскому топору с опущенной бородкой происходил в течение IX в. В X в. в основном вырабатывается уже форма топора, которая бытует на Руси в продолжение нескольких веков. В XI—XIII вв. она изменяется лишь в отдельных элементах формы по линии улучшения конструкции.

Технологически изучено было 28 топоров с 17 археологических памятников. Из них 24 топора были подвергнуты металлографическому анализу. Шлифы делались на продольном или поперечном сечении лезвия, а на трех топорах они были сделаны на макроструктурное строение по всему продольному сечению топора (рис. 67). Разнообразие технологии наблюдается в изготовлении самого тела топора и режущей части лезвия.

Сначала опишем технологию изготовления тела топора. Внешний осмотр очищенных от ржавчины топоров и три продольных шлифа на макроструктуру выявили два технологических приема.

Первый прием аналогичен с современным способом кустарного изготовления топора. Предварительно выкованную полосу сгибали в середине на железном вкладыше (оправке), соприкасающиеся половинки сваривали (получались проушина и обух), затем вытягивали лезвие и обрабатывали острие.

Второй прием заключался в следующем. Предварительно выкованную полосу на одном конце сгибали на вкладыше, место соприкосновения согнутого конца с полосой сваривали (получались проушина и обух). Из другого конца вытягивали лезвие и обрабатывали острие. Этот прием встречен на топорах из Новгорода, Приладожья, Владимирских и Гнездовских курганов.

Более сложны были операции изготовления режущей части лезвия. Металлографический анализ 22 лезвий обнаружил две структурные схемы строения (рис. 68) [1].

А. Наварка стального лезвия на железную основу или в нее. Обнаружено на 14 образцах.

Б. Цельностальное лезвие. Обнаружено на семи образцах.

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 234.

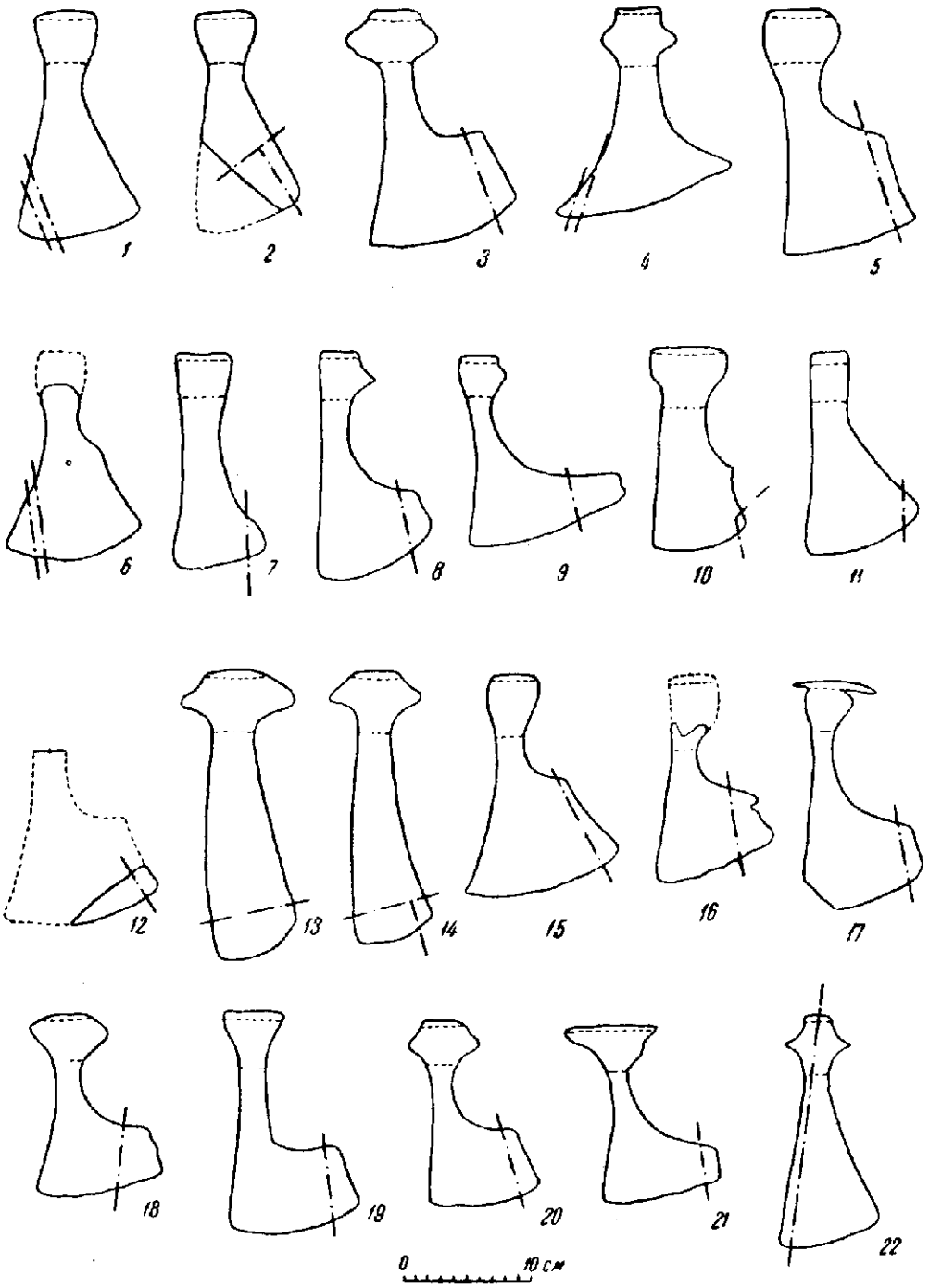


Рис. 67. Расположение шлифов на исследованных топорах

1, 2 — Новгород; *3* — Старая Рязань; *4, 5, 6, 15* — Новгородские курганы; *7, 8, 16, 22* — Приладожские курганы; *9* — Моховский могильник; *10* — курганы у с. Гагино; *11* — Стерженское городище; *12* — курганы у с. Вишенки; *13* — Подболотьевский могильник; *14* — Максимовский могильник; *17* — Гнездовские курганы; *18* — Владимирские курганы; *19* — Княжая Гора; *20* — курганы у с. Кривец; *21* — курганы у Логойска

Кроме того, обнаружен один топор с цельножелезным лезвием.

Итак, перед нами опять типичная древнерусская технология качественного изделия — сочетание железа и стали, чем достигалась вязкость тела топора, твердость лезвия и стойкость острия.

Подобной технологией изготовлено 64% топоров из общего числа нами изученных.

Такая технология изготовления топора по операциям протекала в следующем порядке.

В описываемой нами технологии тело топора изготовлялось по первому варианту.

1-я операция. Заготовка железного бруска весом 750 г и стального бруска весом 150 г.

2-я операция. Вытяжка железной заготовки.

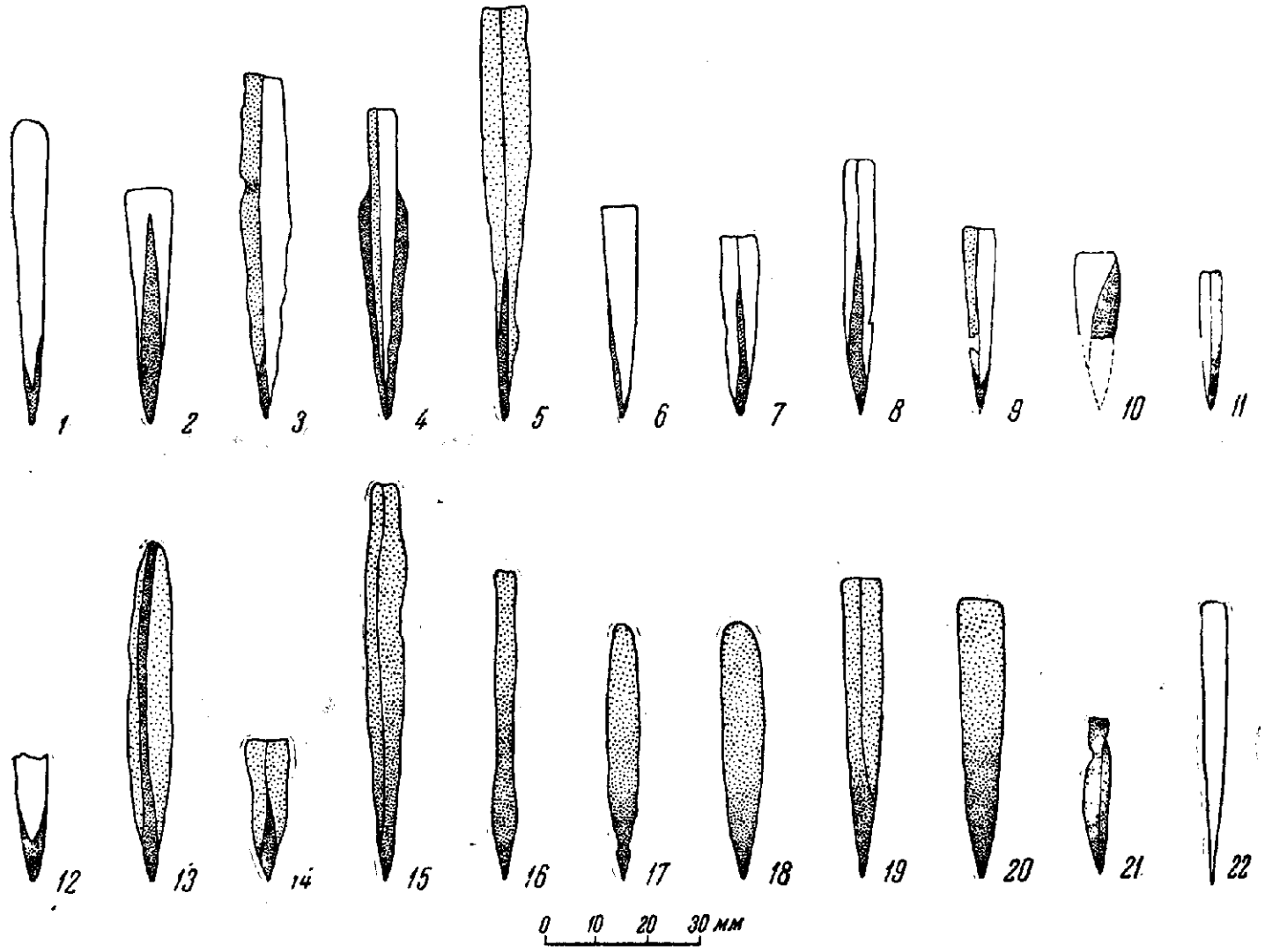


Рис. 68. Технологическая схема топоров

Наварка стального лезвия: *1* — Новгород-15; *2* — Новгород-16; *3* — Рязань-5 *4* — Новгор. кург.-4; *5* — Новгор. кург.-3; *6* — Новгор. кург.-6; *7* — Приладожье-6; *8* — Приладожье-7; *9* — Моховский-1; *10* — Гагино-1; *11* — Стерженское-2; *12* — Вишенки-2; *13* — Максимовский-2; *14* — Подболотье-2. Цельностальное лезвие: *15* — Новгор. кург.-5; *16* — Приладожье-4; *17* — Гнездово-5; *18* — Владимир-8; *19* — Княжая-9; *20* — Кривец-2; *21* — Борисово-1. Железное лезвие: *22* — Приладожье

3-я операция. Сгибание на железной оправке.

4-я операция. Сварка.

5-я операция. Вытяжка лезвия.

6-я операция. Вытяжка стальной лезы для наварки.

7-я операция. Наварка стальной лезы.

Из 14 исследованных лезвий на семи образцах стальная леза — полоса (жало) была наварена на железную основу (Новгород-15, Гагино-1, Новгор. круг.-4,-6. Моховской-1, Стерженское-2, Вишенки-2) и у семи экземпляров вварена в железную основу топоров (Новгород-16, Рязань-5, Новгор. кург.-3, Приладожье-6,-7, Максимовский-2, Подболотье-2). Технологическое различие между этими двумя видами наварки небольшое. В первом случае заостренное железное лезвие вставляли в желобок на стальной наварке, сваривали и расковывали. Во втором случае в железном лезвии при сварке тела оставляли на конце продольную щель (исключение представляет топор Новгород-16), потом ее разводили и загоняли в нее стальную полосу — лезу, затем сваривали и расковывали (рис. 69).

8-я операция. Окончательная вытяжка лезвия.

9-я операция. Обточка неровностей на топоре.

10-я операция. Термическая обработка. Термической обработке у большинства топоров подвергалось только лезвие топора.

Из 14 исследованных топоров с наваренными стальными лезвиями термическую обработку сохранили 12 экземпляров. На мартенсит и троостит закалены топоры Рязань-5, Гагино-1, Вишенки-2, на троостит — Моховской-1, Стерженское-2, и семь топоров сохранили структуру сорбита: Новгород-15,-16, Новгор. кург.-3, 4, Приладожье-7, Максимовский-1, Подболотье-2. Топор Приладожье-6 из погребения с трупосожжением находился в отожженном состоянии.

11-я операция. Отточка лезвия.

Вторая структурная схема с цельностальными лезвиями представлена семью топорами с семи разных памятников [1].

Металл этих топоров — сталь неоднородного строения. Как всегда в сварочной стали при больших массах металла попадаются и ферритные участки, но на лезвии во всех семи случаях была сталь. Все топоры сохранили следы термической обработки. Лезвие одного топора (Борисово-1) находилось в состоянии троостита, а остальные (Новгор. кург.-5, Приладожье-4, Гнездово-5, Владимир-3, Княжая-9, Кривец-2) находились в состоянии сорбита. Так же как и в предыдущей схеме, термической обработке подвергалось только лезвие топора; тело и обух оставались в исходном, вязком состоянии.

Если у топоров с наварным лезвием обух в основном делался первым приемом, т. е. с перегибом в середине полосы, то у этих топоров в четырех случаях из семи обух изготовлялся вторым приемом, т. е. с изгибом полосы на конце, поэтому лезвие топора получалось без сварочного шва.

Технология цельностальных топоров намного проще сварных, и поэтому останавливаться на ней мы не будем.

Наконец, упомяну об экземпляре топора, единственном из 22 изученных нами, который оказался сделанным целиком из железа (Приладожье-5). Длина топора 170 мм, ширина лезвия 70 мм. Для топоров этого типа длина укорочена, что и можно объяснить полным стачиванием наваренной стальной лезы.

Рассмотрение структур металла 22 древнерусских топоров показало нам, что 21 топор имел стальные лезвия. Правда, качество этих лезвий очень разнообразно: тут мы встречаем как высокоуглеродистую сталь (Гнездово-5, Максимовский-2), так и малоуглеродистую сталь (Новгор. кург.-4, Приладожье-7, Кривец-2), но тем не менее все они (кроме Новгр. кург.-6) были подвергнуты термической обработке, в результате чего получили твердое, стойкое, а следовательно и острое лезвие при вязком теле, что увеличивало прочность топора и повышало его рабочие качества.

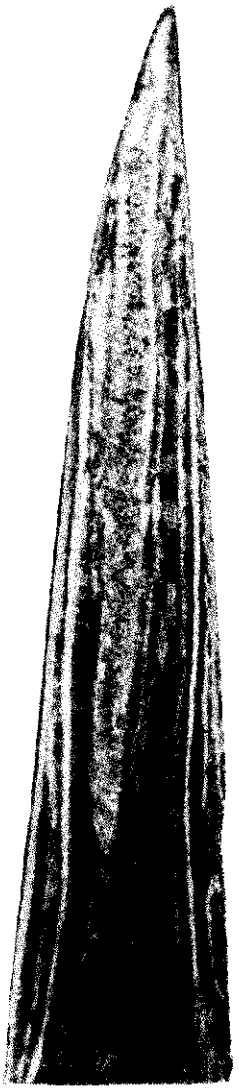


Рис. 69. Макроструктура лезвия топора из Приладожских курганов. Ув. 3,4

Основным технологическим приемом изготовления топора, полностью отвечающим техническим условиям этого орудия, была наварка стального лезвия на железную основу. Эта технология изготовления топора сохранилась в русской технике вплоть до XX в. Но наряду с этим изготовлялись и цельностальные топоры.

Большой интерес для истории овладения древнерусских кузнецов сталью представляет термическая обработка топоров. Из 19 термически обработанных лезвий 13 имеют структуру сорбита, три имеют структуру троостита и три имеют структуру мартенсита и троостита. Как известно, топор относится к ударно-режущим орудиям труда, и именно сорбит и троостит наилучшим образом отвечают техническим условиям этого орудия. Сорбит более всего из всех метастабильных структур (т. е. термически обработанных) противостоит удар-

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 238.

ной нагрузке, но в то же время и обладает относительно высокой твердостью, а следовательно и режущими свойствами. Троостит также совмещает в себе эти качества.

Древнерусский кузнец не случайно получил на лезвиях изготовленных им топоров эти структуры, ибо он знал, что закаленное на мартенсит лезвие будет очень хрупким и острие топора быстро начнет крошиться. Ни один топор из 19 не имел мартенситной структуры.

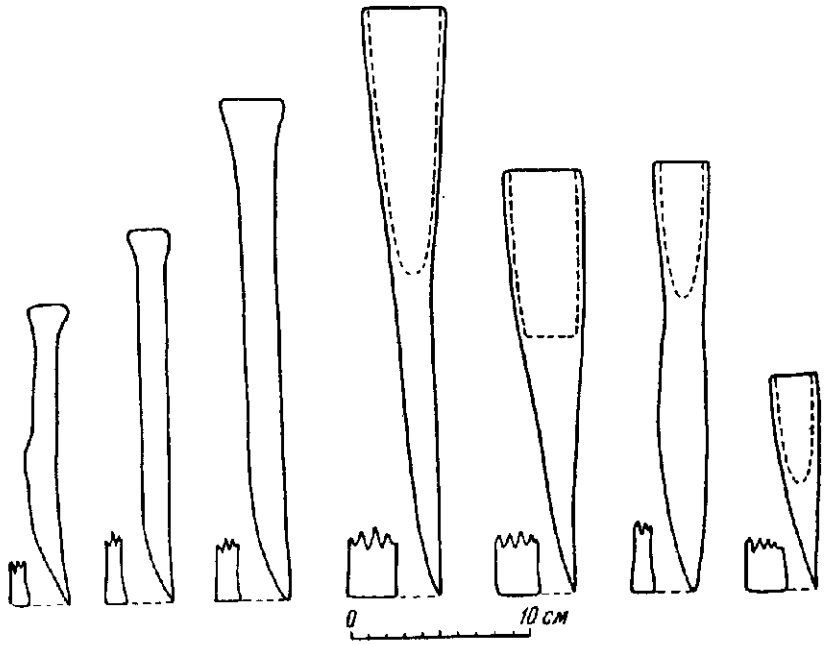


Рис. 70. Формы долот

Основным способом термической обработки топоров была закалка с отпуском. На трех топорах (Новгород-15, -16, Стерженское-2) была применена мягкая закалка. Большинство топоров получило так называемую местную термическую обработку, т. е. у топора закаливалось только лезвие, а обух и тело в охлаждающую жидкость не погружались.

Описанная нами техника характерна уже для топоров X в. и сохранилась в таком виде в последующее время. Эту технологию имеют топоры из городских слоев и дружинных курганов, а также и из деревенских курганов XI—XII вв.

Долото — инструмент для долбления пазов и разных выемов в дереве. Древнерусские долота известны двух типов: простые и втульчатые (рис. 70). Среди археологического материала мы их часто встречаем на всех памятниках. Тип простых долот представляет собой цельный металлический четырехгранный стержень, с лезвием на одном конце и обухом на другом. Тип втульчатых — это более короткий четырехгранный стержень с лезвием на одном конце и втулкой на другом конце, в которую вставляется деревянный обух — рукоять. Простые долота изготовлялись для узких пазов, ширина их лезвий колеблется от 9 до 16 мм. Втульчатые долота всегда массивны, средняя ширина лезвий около 25 мм.

Конструкция лезвий у большинства древнерусских долот аналогична современной и по форме наиболее рациональна для долбления дерева. Скошенный угол лезвия с немного оттянутой кнаружи режущей гранью позволяет при долблении дерева получить одну сторону срезанной, а другую — вмятой. Плотник и столяр в работе всегда долото держит скошенной стороной во внутрь паза, благодаря чему стенки получаются срезанные, ровные, а не вмятые. Средний угол заточки лезвия равен 20—25°.

Простые долота распространены повсеместно и встречаются очень часто. Втульчатые встречаются реже. Они известны на городище Княжая Гора, Райковецком, в Подболотьевском, Максимовском и других могильниках.

Технологическому изучению были подвергнуты семь простых и пять втульчатых долот. Образцы для металлографического анализа брались с лезвий. Шлифы делались на продольном или поперечном сечении лезвия (рис. 71).

Технологию обоих видов долот разберем отдельно.

Долота простые. Структура шлифов[1] на лезвиях долот показала, что перед нами опять, как и во всех качественных изделиях, соединение двух металлов — железа и стали.

---

[1] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 238.

На железную основу — стержень долота — наваривается стальное лезвие (рис. 72). Технология изготовления этих долот пооперационно разделяется на следующие этапы:

4-я операция. Сварка.

5-я операция. Окончательная выточка лезвия.

6-я операция. Термическая обработка.

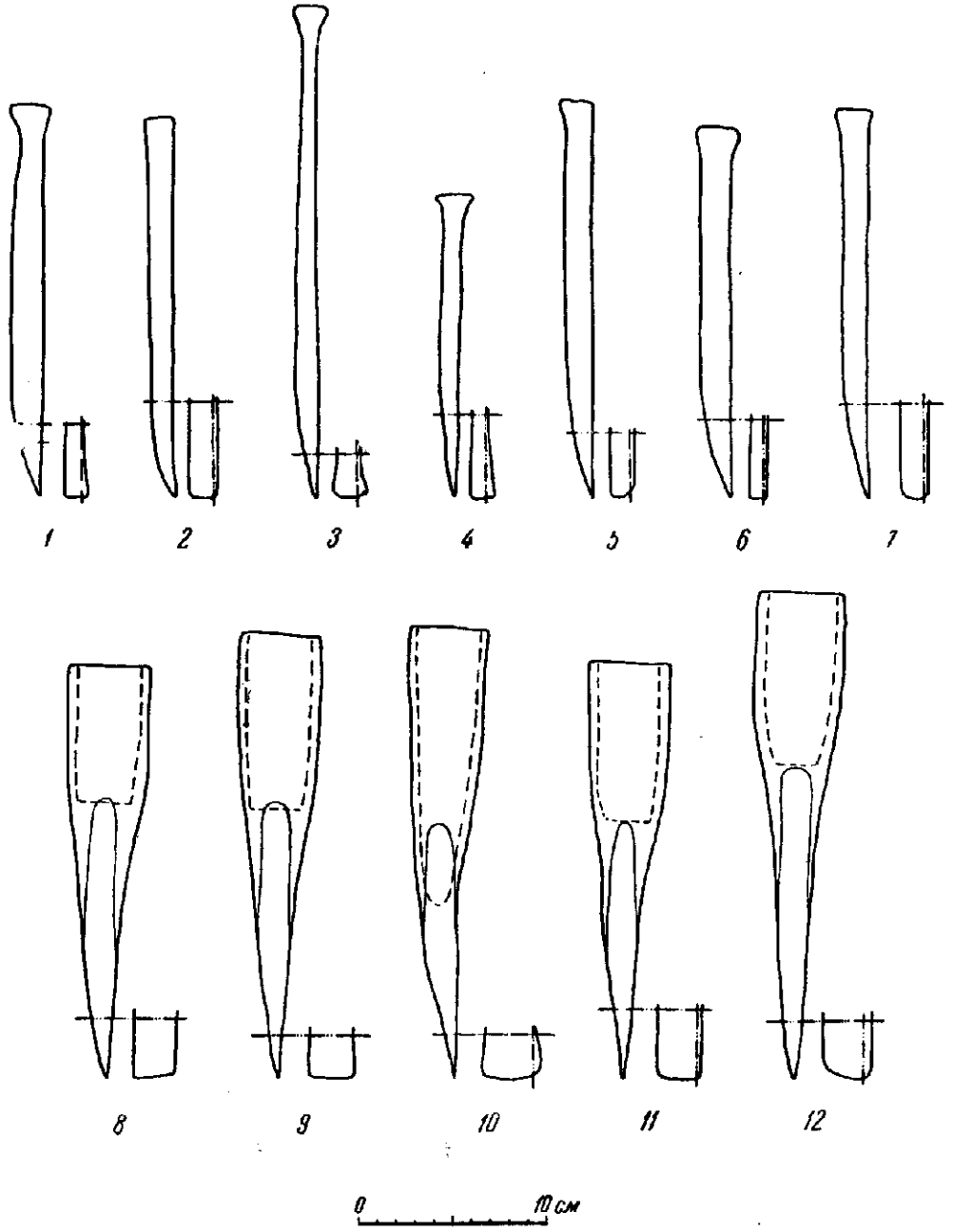


Рис. 71. Расположение шлифов на исследованных долотах

1 — Новгород; *2* — Старая Рязань; *3, 4* — Княжая Гора; *5* — Кушманское городище; *6* — Вшиж; *7* — Райковецкое городище; *8, 9* — Подболотьевский могильник; *10* — курганы у дер. Терюшово; *11* — Максимовский могильник; *12* — Лядинский могильник

1-я операция. Заготовка железа на стержень и стали на лезвие (по весу).

2-я операция. Вытяжка железной заготовки в стержень долота.

3-я операция. Выков стальной наварки.

Из шести стальных лезвий пять находились в термически обработанном состоянии. Два лезвия закалены на мартенсит (Княжая-10, Кушманское-1), одно (Райки-5) — на мартенсит и троостит, одно лезвие

(Новгород-20) — на троостит и одно (Вщиж-5) — на сорбит.

7-я операция. Заточка лезвия.

Перейдем к втульчатым долотам. В конструктивном выполнении этих долот имеется два варианта. Долота Подболотье-3,-4, Максимовский-3, Лядинский-1 имеют втулку, круглую в сечении, наваренную на стержень долота. Долото Терюшово-1 и все

2-я операция. Расплющивание железа в прямоугольный лист толщиной в 4—5 мм и размером, соответствующим длине втулки и развертке диаметра с напуском для сварки.

3-я операция. Изгиб в трубку на оправке. Шов для сварки делается внахлест.

4-я операция. Сварка.

Ковка стального стержня состоит из очень простых кузнечных операций. Исход-

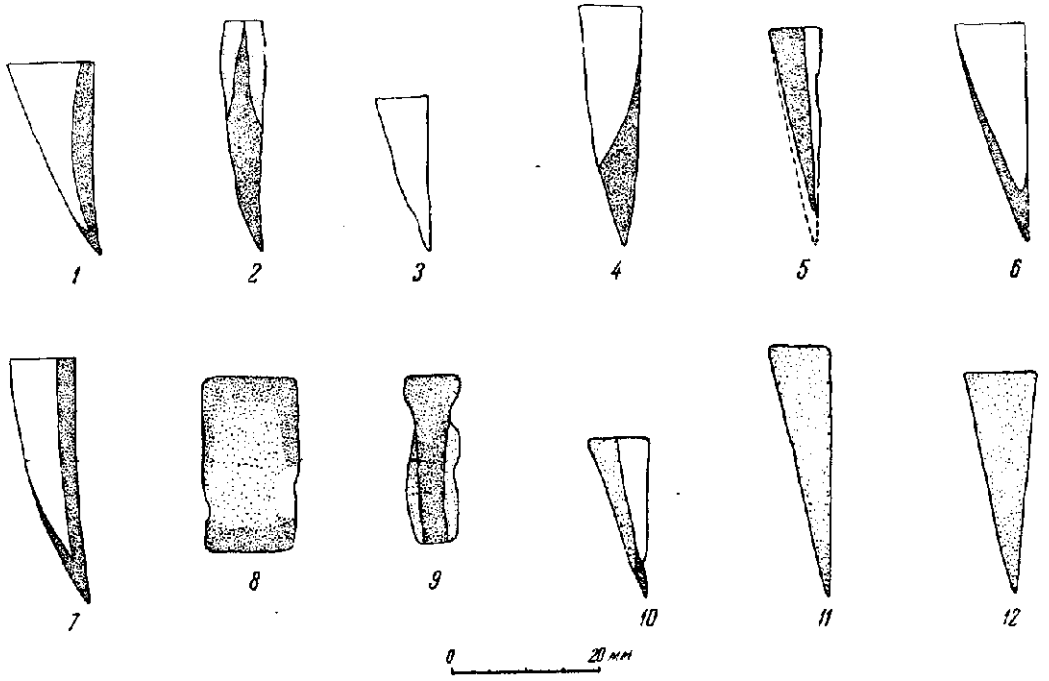


Рис. 72. Технологическая схема долот

Наварка стального лезвия: *1* — Новгород-20; *2* — Рязань-6; *4* — Княжая-10; *5* — Кушманское-1; *6* — Вщиж-5; *7* — Райки-5; *10* — Терюшово-1. Цельностальные лезвия: *8* — Подболотье-3; *9* — Подболотье-4; *11* — Максимовский-3; *12* — Лядинский-1. Железное лезвие: *3* — Княжая-13

экземпляры долот с Княжей Горы и Райковецкого городища имеют втулку прямоугольного сечения, выкованную непосредственно из самого стержня долота.

Все четыре долота с круглыми втулками имеют цельностальные четырехгранные стержни, вваренные в железные втулки [1]. Долото с четырехгранной выкованной втулкой (Терюшово-1) имеет наваренное стальное лезвие.

Технология изготовления кругловтульчатого долота разделялась на три приема: изготовление железной втулки, изготовление стального стержня и сварка их. Изготовление втулки разделялось на операции:

1-я операция. Заготовка железа по весу.

[1] Структурного анализа на втулках не производилось, но все они испытывались на искру. Везде обнаруживалось железо.

ным материалом брали высокоуглеродистую сталь с содержанием углерода до 0,8%. Обух стержня выковывали в круглую болванку, плотно входящую во втулку. После нагрева до сварочного жара одного конца трубки и обуха стержня, их соединяли и сваривали.

У долота Терюшово-1 втулка изготовлялась следующим путем. Верхняя половина железного прямоугольного стержня вытягивалась в прямоугольную пластину толщиной в 4,5 мм и шириной в 150—170 мм. После этого вытянутую пластину сгибали в прямоугольную втулку и сваривали в косой стык. На лезвие наваривали стальную насадку.

Готовые долота подвергались термической обработке.

Все пять исследованных нами долот сохранили термическую обработку. Одно до-

лото было закалено на мартенсит (Максимовский-3), два долота (Подболотье-3, Терюшово-1) — на мартенсит и троостит и два долота (Подболотье-4, Лядинский-1) дошли в состоянии сорбита.

Последней операцией была заточка лезвия.

Итак, из всех исследованных 12 древнерусских долот 11 долот имели стальные лезвия (4 цельностальных и 7 наваренных), из них 10 лезвий были термически обработаны. После термической обработки лезвия приобретали высокую твердость. Микротвердость долота с Княжей Горы достигала 846 единиц по Виккерсу. Твердое лезвие было остро и стойко.

Древнерусский кузнец уже в IX в. эмпирическим путем выработал наиболее рациональную форму и конструкцию инструмента, которая дожила до наших дней и в настоящее время употребляется плотниками и столярами.

Долота со стальными лезвиями в одинаковой степени были распространены и в городе, и в деревне. Техника изготовления долот одинакова как для XIII в., так и для X в.

Тесло — инструмент для предварительного грубого выдалбливания в дереве разнообразных выемов (корыто, черпак, блюдо, лодка и т. п.) — по форме является тем же топором, только с поперечным лезвием. Древнерусские письменные памятники упоминают тесло уже в XI в.[1] Тесла часто встречаются также и среди древнерусского археологического материала.

Известны два типа тесел. Первый тип — с обычной горизонтальной втулкой-обухом, второй тип с вертикальной втулкой — подобно кельту (рис. 73).

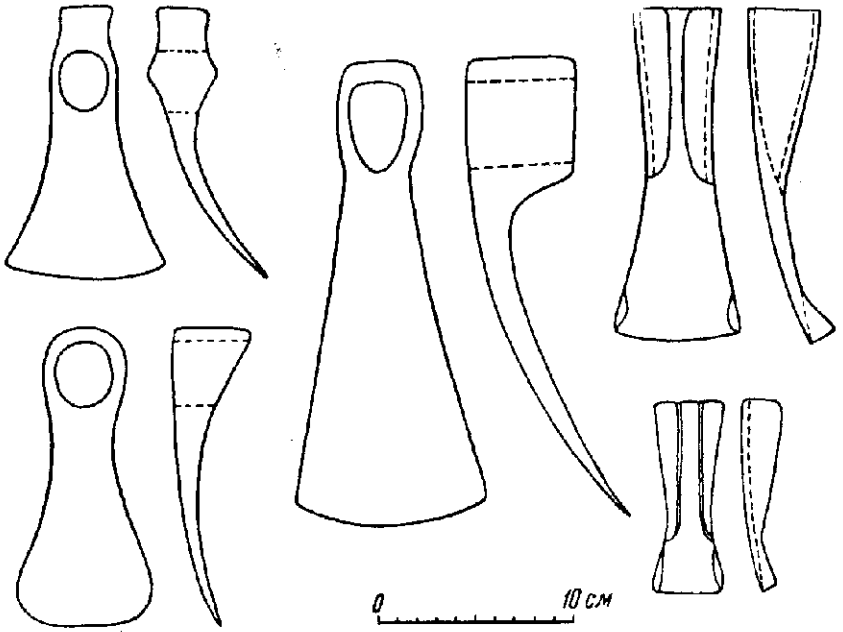


Рис. 73. Формы тесел

Для примера технологии древнерусского тесла опишу экземпляр из Владимирских курганов (Владимир-9). Тесло хорошей сохранности, бо́льшая часть поверхности покрыта окалиной. Длина тесла 140 мм, ширина лезвия 70 мм. На лезвии хорошо заметна наваренная пластина — леза. Для металлографического исследования был взят образец с продольного сечения края лезвия. На шлифе обнаружилась обычная схема наварки стального лезвия. На железную основу тесла была наварена стальная леза. Сварочный шов средней чистоты. Структура наваренной части — перлит с ферритом (рис. 86, *1*). Содержание углерода до 0,5%. Поверхность наваренного лезвия обезуглерожена — следы продолжительного пребывания в огне погребального костра.

Перед нами вырисовывается следующая технология изготовления тесла. Из железного

[1] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. III, стр. 952.

бруска вытягивается полоса соответствующего размера и изгибается в середине на оправке (получается проушина и обух тесла). Соприкасающиеся концы сваривают и немного расковывают в плоскости, поперечной направлению обуха. Берут стальную полосу, наваривают на железную основу и затем лезвию придают окончательную форму. После этого тесло обрабатывается термически.

Рис. 74. Тесло с городища Княжая Гора

Несколько иная технология наблюдается на теслах с Княжей Горы [1]. Железную полосу соответствующей формы перегибают надвое на оправке и сваривают, как у топора. После этого вытягивают лезвие и потом поворачивают его на 90° (рис. 74). Затем идут обычные операции изготовления режущего края лезвия.

Технология тесла с вертикальной втулкой намного проще описанной выше. Железный брусок вытягивают в полосу, у которой одна половина расширяется до размера, соответствующего развертке будущей втулки. Затем на роге наковальни или на специальном вкладыше вытягивают втулку. Лезвию иногда придавали желобчатую или иную фигурную форму.

Металлографическому анализу мы подвергли втульчатое тесло с Княжей Горы (Княжая-11) [1]. Тесло хорошей сохранности, длиной 100 мм и шириной лезвия 53 мм. Шлиф был сделан на продольном сечении лезвия. Структура шлифа показала технологию цементации лезвия с последующей термической обработкой (рис. 86, *2*). Структура науглероженного слоя — сорбит (троостит). Режим термической обработки — закалка с отпуском.

Скобель. Скобель — инструмент для строгания дерева после обработки топором. Применяется также и для сдирания коры с бревен.

Среди археологического материала скобели встречаются довольно часто. Они найдены неоднократно в Новгороде [2], в Пскове [3], в Киеве [4], на Княжей Горе [5], на Райковецком и Вщижском городищах [6], на Сарском городище [7], в Черниговских курганах [8], в вятичском кургане под Москвой [9], в Вышго-

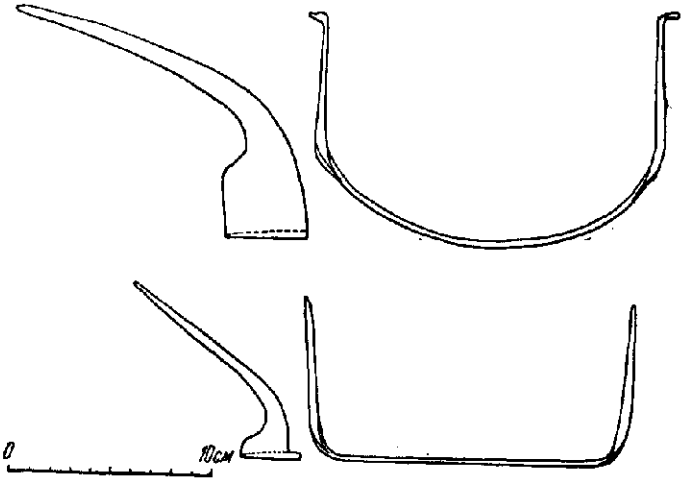


Рис. 75. Формы скобелей

[1] Коллекции КГИМ № 32368.

[1] Коллекции КГИМ № 32682.

[2] А. В. Арциховский. Раскопки на Славне в Новгороде. МИА, № 11, стр. 146. Коллекции ГИМ.

[3] С. А. Тараканова. О происхождении и времени возникновения Пскова. КСИИМК, вып. XXXV, стр. 26.

[4] М. К. Каргер. Землянка-мастерская Киевского художника XIII в. КСИИМК, XI, стр. 12.

[5] Коллекции КГИМ.

[6] Коллекции Института археологии АН УССР и ГИМ.

[7] Д. Н. Эдинг. Сарское городище. Ростов, 1928, стр. 24.

[8] Б. А. Рыбаков. Древности Чернигова. МИА, № 11, стр. 43.

[9] А. В. Арциховский. Царицынские курганы. МИА, № 7, стр. 79.

роде[1] и других местах. В письменных источниках скобель упоминается только с XVI в.

Скобели были двух типов: двуручные и одноручные.

Двуручный представлял собой ножевидное лезвие с двумя поперечными черенками на концах лезвия. На черенки надевались деревянные рукоятки. Клинки лезвий были двух видов — дугообразные и прямые (рис. 75 и 76). Средний размер скобеля: ширина клинка лезвия 35 мм, толщина спинки 3 мм, радиус дуги около 75 мм. Длина лезвия по окружности около 210 мм. Угол резания не превышал 8—10°.

Одноручный скобель имел форму ножевидной скобы элипсовидной формы с отходящим черенком для деревянной ручки (рис. 77). Мне известны три экземпляра подобного скобеля — два с Княжей Горы и один с Девичь-Горы[1]. Ширина клинка лезвия равна 18—20 мм, толщина спинки 3 мм, ширина скобы 55 мм.

Рис. 76. Скобель

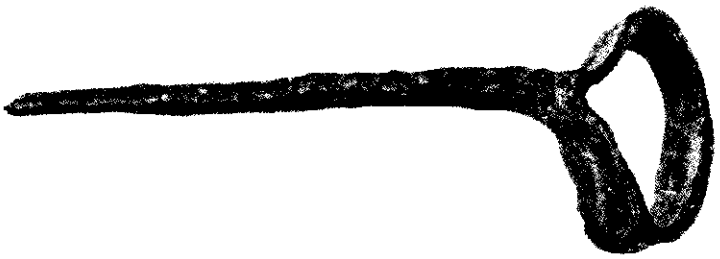


Рис. 77. Одноручный скобель

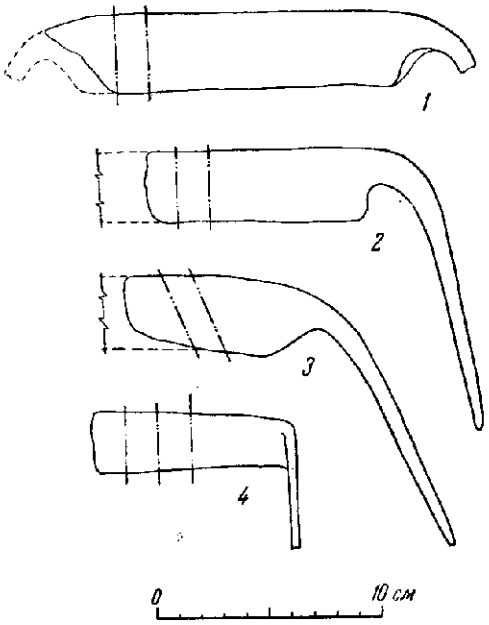


Рис. 78. Расположение шлифов на исследованных скобелях

1, 3 — Новгород; 2 — Княжая Гора; 4 — Райковецкое городище

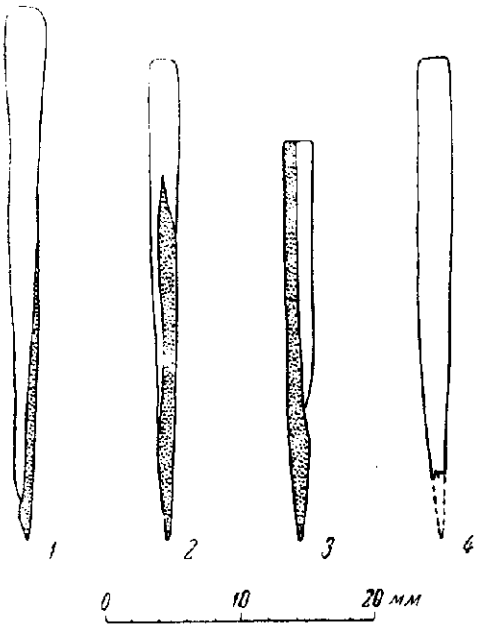


Рис. 79. Технологическая схема лезвий скобелей

Наварка стального лезвия: 1 — Новгород-22; 2 — Новгород-21; 3 — Райки-6; железное лезвие: 4 — Княжая-15

Микроструктурному изучению были подвергнуты четыре двуручных скобеля. Шлифы делались на поперечном сечении лезвия (рис. 78). На трех образцах обнаружилась структурная схема наварки стального лезвия на железную основу и один образец оказался цельножелезный (рис. 79).

Технология изготовления режущих лезвий

[1] Довженок. Обзор археологического изучения древнего Вышгорода. Археологія, т. III, 1950, стр. 64.

[1] Коллекции КГИМ.

с наваркой нами описывалась выше уже несколько раз, поэтому я не буду на ней останавливаться. На всех экземлярах скобеля со стальным лезвием (Новгород-21, -22, Райки-6) сохранилась термическая обработка. Везде структурное состояние — сорбит.

Скобель с Княжей Горы (Княжая-15) в месте взятия образца для исследования оказался цельножелезным. Это можно объяснить продолжительной эксплоатацией инструмента, у которого наварка, подобно скобелю Новгород-22, была наварена тонкой стальной полосой и впоследствии сточилась, оставив только железную основу. При образовавшемся угле заточки клинка в 10° железное лезвие резать не будет.

Особенно интересна в технологии скобеля термическая обработка. По техническим условиям работы и конструкции скобеля требуется отпущенное лезвие. Три термически обработанных скобеля из числа нами исследованных имели сорбитную (т. е. отпущенную) структуру. Режим термической обработки новгородских скобелей — мягкая закалка.

Двуручные скобели с наваренным стальным лезвием и описанной выше формой, конструкцией и технологией изготовления появились в древней Руси уже в IX в. и применялись русскими плотниками вплоть до XX в. На миниатюрах XVI в., в Житии Сергия изображен скобель совершенно аналогичной формы [1].

Для чистого строгания дерева, особенно в столярном деле, в древней Руси существовал столярный струг («наструг»). Он состоял из деревянной колодки, в которую вставлялось и заклинивалось металлическое лезвие (рис. 80). Среди археологического материала до нас дошли только металлические лезвия. Подобные инструменты найдены на Райковецком городище [2], на Сарском городище [3], городищах Глазовского района [4] и др.

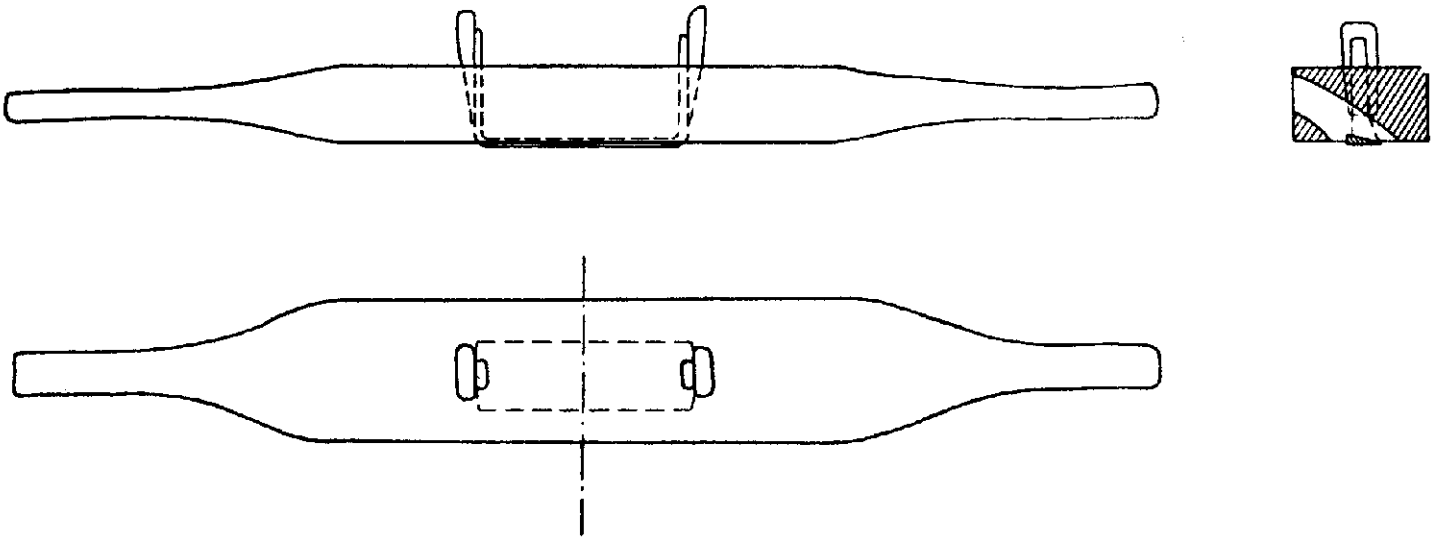


Рис. 80. Струг по дереву

Лезвия стругов по форме напоминают скобели, но отличаются от них прямолинейностью лезвия, расположением черенков и меньшим размером. Длина прямого лезвия колеблется от 75 до 100 мм, ширина клинка около 30 мм и толщина спинки 3 мм. Черенки лезвия струга более массивны, чем у скобеля, и расположены к плоскости строгания вертикально (а у скобелей черенки расположены под большим наклоном), потому что их так удобнее вставлять в колодку и заклинивать.

---

[1] А. В. Арциховский. Древнерусские миниатюры как исторический источник. Москва, 1944, стр. 185.

[2] Коллекции Института археологии АН УССР.

[3] Д. Н. Эдинг. Сарское городище. Ростов, 1928, стр. 51.

[4] Коллекции ГИМ, № 42548, опись 266/1078

Нами была исследована структура одного лезвия — Глазов-5. На исследованном образце обнаружилась технология наварки стального лезвия на железную основу.

Пила. Пила — инструмент для разрезания на части твердого предмета, например дерева, кости, камня. Древнерусские письменные источники часто упоминают пилу по дереву.

При обработке дерева пила применялась только для столярных и мелких плотничных работ. При лесозаготовках и «лесопилении» до конца XVII в. применялся исключительно топор [1]. Доски тесали.

Древнерусские пилы были двух видов: двуручные — типа лучковых, одноручные — типа ножовок. Оба вида в археологическом материале домонгольского периода встречены несколько раз.

Среди археологических коллекций мы находим только металлические полотна. Деревянные станки и ручки пил не сохраняются. Полотна лучковых пил встречены несколько раз. Три экземпляра найдены на Княжей Горе [2]. Один из них был найден целым. Обломок пилы найден в Старой Ладоге [3]. Он является полной аналогией пилам с Княжей Горы. Один обломок найден в Старой Рязани [4]. Он также аналогичен пилам с Княжей Горы. Еще обломки найдены на Райковецком городище [5] и во Владимире [6].

Полотно пилы, рассчитанное на растягивание в раме, имело довольно значительную длину. Например, целое полотно пилы с Княжей Горы имеет длину 465 мм. На концах полотно заканчивается круглыми петлями. Ширина полотна равна 14,6 мм. В полотнах лучковых пил интересна конструкция режущей части. Односторонние зубья, высотой около 1,6 мм, имеют шаг величиной от 6,3 до 7,3 мм. Угол заострения зуба пилы равен 90° (рис. 81). Он зависит от вида и формы зуборезного инструмента. Зубья пил с Княжей Горы, Ст. Рязани и Ст. Ладоги нарезались прямоугольными напильниками, чем и обусловливался угол заострения. Задний угол зуба колеблется около 16°, следовательно угол резания равен 106°. Ширина режущей части зуба, она же наибольшая толщина пилы, колеблется около 2,8 мм. Для того чтобы пила при работе могла свободно двигаться в пропиле и выбрасывать опилки, необходимо условие, при котором толщина полотна была бы меньше толщины

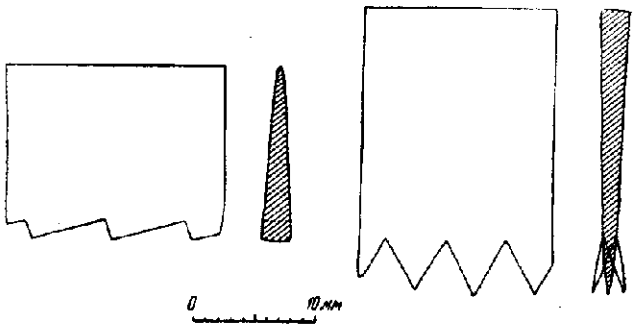


Рис. 81. Профили древнерусских пил

пропила. Для этого применяют коничность полотна или развод зубьев. Древнерусский кузнец, изготовляя полотно лучковых пил, применил первый вариант; он изготовил все полотно пилы коническим, т. е. придал ему по сечению клиновидную форму, клином в сторону обуха полотна. Обломок пилы из Старой Рязани длиной 75 мм имеет ширину 14 мм. Зубья односторонние. Шаг зубьев около 6,5 мм. Ширина зуба 2,8 мм. Угол резания 100°.

Описанная пила, как мы уже говорили, употреблялась лишь натянутой в раме, иначе она согнулась бы и сломалась. Единственно возможным натяжным приспособлением могла быть деревянная рама. На древнерусской иконе «Чудо Георгия о змие и житие Георгия», относящейся к концу XIII в.— началу XIV в. [1], на клейме изображена сцена, где «святого Георгия пилою труть». На деревянную П-образную раму в середине натянуто полотно пилы. Опускающиеся вниз концы рамы служат рукоятками для держания пилы. Деревянная рама несколько иной формы изображена на миниатюре древнерусского хронографа XVI в. Там под

[1] М. А. Цейтлин. Лесная промышленность России. 1940, стр. 32. П. Г. Любомиров. Из истории лесопильного производства в России. ИЗ, т. X.

[2] Коллекции ЧКМ. Коллекции КГИМ № С67005, № С67006.

[3] В. И. Равдоникас. Старая Ладога. КСИИМК, вып. XI, 1945, стр. 39; Старая Ладога. Издание Гос. музея этнографии, 1948, стр. 83.

[4] ИИМК. Лаборатория. Фонд Ст. Рязани, Ст. Рязань 394/49.

[5] В. К. Гончаров. Райковецкое городище, Киев, 1950, стр. 145.

[6] Н. Н. Воронин. Оборонительные сооружения Владимира XII в. МИА, т. 11, стр. 232.

[1] Русский музей. Ленинград. Зал № 2.

текстом «святого человека пилою претре»[1] изображена пила с лучкообразной рамой, на концах которой натянуто полотно пилы. Конструкция рамы пилы в X—XIII вв., вероятнее всего, была очень похожа на пилы, изображенные на иконе и миниатюре (рис. 82).

Полотна древнерусских ножовок найдены в Новгороде[2] и на Райковецком городище[3]. Новгородский экземпляр, датируемый XI в., сохранился целиком, обломан только черенок ручки (рис. 83).

Длина полотна пилы равна 390 мм. Ширина у ручки 36 мм, у конца 17 мм. Полотно в сечении имеет клинообразную форму, острием к зубу. Его толщина у обуха равна 2,5 мм. Зубья расположены по прямой линии. У ручки полотна зуб пилы более крупный, к концу уменьшается. Соответственно этому постепенно уменьшается и шаг. У самой ручки шаг зуба равен 5,5 мм, а у конца полотна он уже равняется 4,5 мм. Зуб равнобедренный, имеет высоту у ручки 4,6 мм, у конца пилы 3,3 мм. Всего на полотне 73 зуба. Зубья пилы разведены. Развод двусторонний и однотипен по всей длине полотна. Ширина развода равна 3,5 мм. Очень интересна его закономерность. Первый зуб находится в плоскости пилы, второй отведен вправо, третий — влево, четвертый

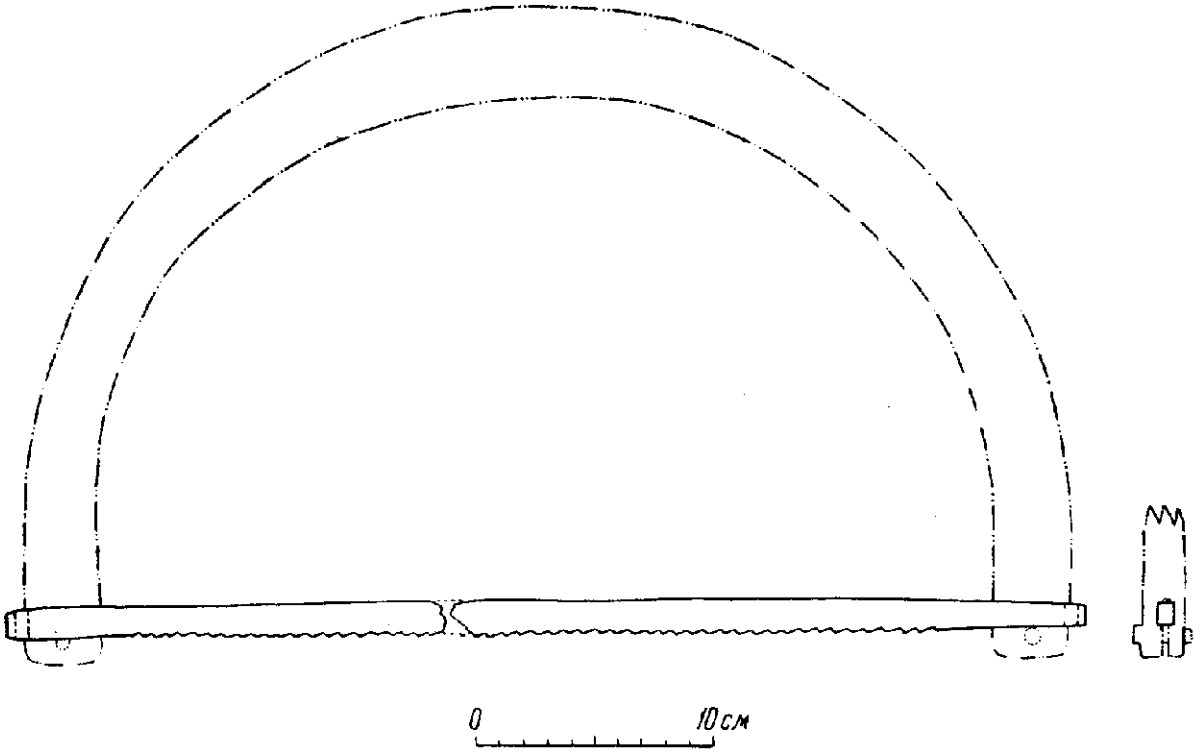


Рис. 82. Пила лучковая

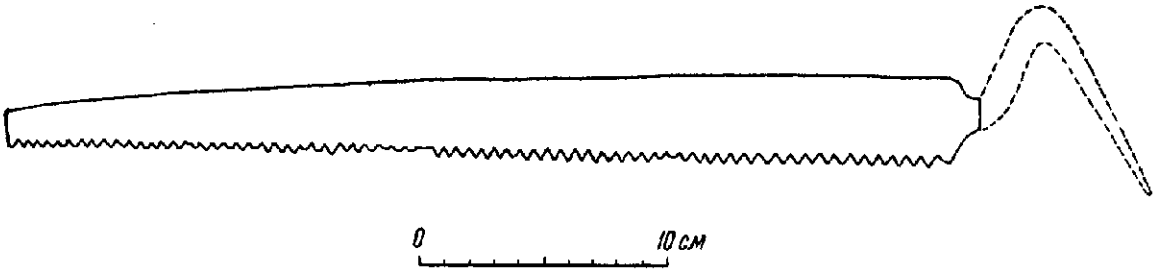


Рис. 83. Пила-ножовка

[1] Гос. библиотека им. Ленина. Отдел рукописей. Хронограф Е—202, лист. 196.

[2] Лаборатория ИИМК АН СССР. Коллекции Новгородской экспедиции.

[3] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 123.

опять в плоскости пилы, пятый — вправо, шестой — влево, седьмой — в плоскости пилы и т. д. (рис. 84).

Технически совершенна и заточка зубьев; обе грани у прямого зуба заточены с обеих сторон, у правого и у левого зубьев грани заточены только с одной, внешней стороны (подобно современной заточке). Зубья заточены треугольным напильником, следы которого очень хорошо видны на большей части зубьев. На железный черенок пилы надевалась деревянная рукоятка.

Перед нами пила с вполне совершенным конструктивно и рациональным в работе полотном. Такое устройство пил по дереву бытует в промышленности и в настоящее время.

Для выяснения металла пил от обломков полотен с Княжей Горы (Княжая-21) и Старой Рязани (Рязань-7) были взяты образцы на металлографическое исследование. Шлифы были сделаны на поперечном сечении полотен. Структура имела следующее строение.

Княжая-21. Вдоль клинообразной фигуры шлифа шли широкие полосы сорбита с ферритом, перемежающиеся с узкими, чисто ферритными полосками. На режущую грань выходили плотные слои сорбита с ферритом. На рис. 163, *2* изображена структура около режущей грани полотна. Темные полосы — сорбит с ферритом. Перед нами резко выраженная полосчатая структура.

Рязань-7. По середине клинообразной фигуры шлифа идет ферритная полоса с шлаковыми включениями. К бокам она плавно переходит в феррит с перлитом с содержанием углерода в некоторых местах до 0,7%. У самой режущей грани расположена зона феррита с перлитом, однообразного строения, с содержанием углерода до 0,25% (рис. 163, *3*).

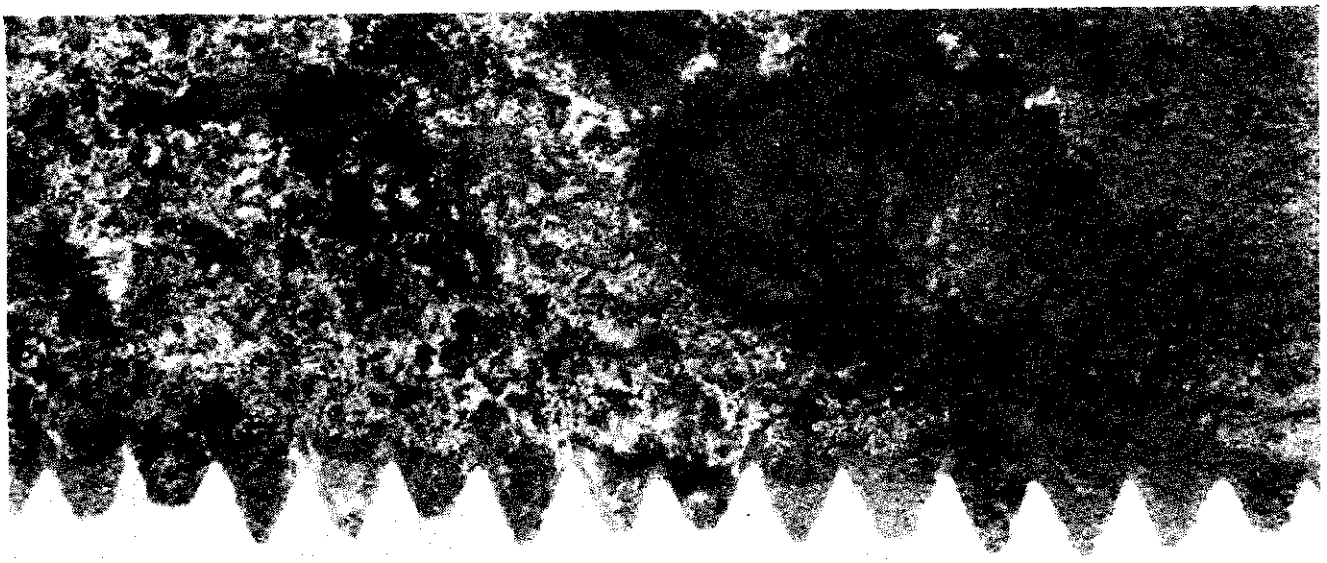


Рис. 84. Лезвие Новгородской пилы-ножовки

Таким образом, мы видим, что материалом пил являлась сталь неоднородного строения.

Технология изготовления пил интересна в том отношении, что здесь, кроме кузнечных операций (ковка полотна), большую долю времени занимает холодная обработка (нарезка зубьев). Кузнец в горячем состоянии металла выковывал стальную полосу клинообразного сечения, длиной до 500 мм. У лучковых пил на концах полотна он загибал петли для крепления пилы в раме, а у но-

жовки вытягивал черенок. Зубья на полотне нарезались напильником в холодном состоянии. Возможно, у ножовки они предварительно грубо нарубались зубилом. Таким образом, перед нами типичная слесарная обработка, требующая особого инструмента и приспособлений (напильники, станок для держания пилы и т. п.).

Пилы делались из стали с последующей термической обработкой (мягкая закалка или закалка с отпуском на сорбит).

Конструкция полотна лучковых пил с односторонним зубом, судя по археологическим, нам известным материалам, появляется в IX в. (Старая Ладога) и бытует до XIII в. В XIII в. такие полотна выходят

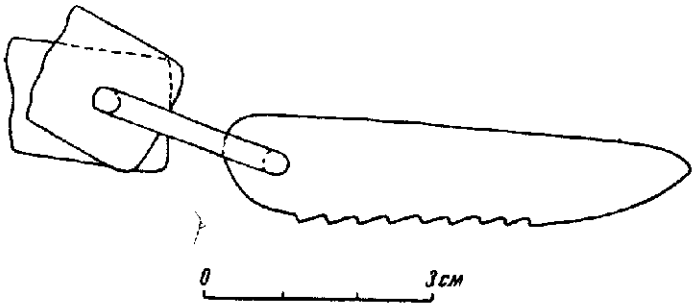


Рис. 85. Пилка по кости

из употребления. В это время полотна лучковых пил изготовляются с двусторонним зубом, с разводом, наподобие новгородской ножовки. Полотно подобной лучковой пилы было найдено в Новгороде в слоях XIV в.[1]

Довольно широко применяли пилу в древней Руси и костерезы. Хороший образец пилы по кости найден в Старой Рязани[2]. На железном кольце был нанизан набор костереза, состоявший из трех инструментов. Полностью сохранилась только пилка. Это — маленькое полотно, длиной 62 мм, шириной 15 мм и толщиной 0,8—1 мм (рис. 85). На одном конце имеется круглое отверстие, которым пила надета на кольцо, другой конец плавно закруглен и, возможно, был остро заточен. Пилку держали одной рукой у кольца и движением к себе производили пропил или прорез.

Сверло. Сверло — инструмент для изготовления круглых отверстий в дереве. Древнерусские письменные источники упоминают уже в XI в. сверло как деревообделочный инструмент.

В древнерусском археологическом материале сверла встречаются довольно часто. Особенно много находят их в городских и городищенских слоях. Все древнерусские сверла подразделяются на два типа: 1) спиральные — сверель, бурав и 2) ложковидные (перовидные) — напарья (рис. 87). Спиральные сверла в диаметре колебались от 6 до 21 мм и соответственно по длине от 100 до 370 мм. Наверху стержень оканчивался горизонтальной втулкой или расплющенным черенком. Все известные мне спиральные сверла (более 30 экземпляров) имеют правую спираль режущей грани, т. е. при сверлении плотник вращал сверло по часовой стрелке (как и в настоящее время). Перовидные сверла делались в основном для больших отверстий (рис. 88). По диаметру отверстия они колебались от 14 до 26 мм и соответственно по длине от 170 до 320 мм. Наверху стержень сверла переходит в широко расплющенный черенок.

Технологическому изучению были подвергнуты два сверла (спиральное и перовидное), которые показали типичные технологические схемы производства сверл.

Технология спирального сверла изучена на сверле с обломанным стержнем из Новгорода (Новгород-23). Чтобы не разрушать режущую часть сверла, обломок был подвергнут после очистки от ржавчины продолжительному травлению в 50%-ной серной кислоте. Травление очень хорошо выявило внешнюю макроструктуру образца. Вдоль всей режущей грани спирали резца шла темная полоса — полоса стальной наварки. Остальная часть спирали и сохранившийся стержень имели очень волокнистое строение светлокоричневого цвета. Это — железная основа сверла. Шлиф, сделанный у облома стержня, дал ферритное строение, что и подтвердило наше предположение о различии в металле лезвия и основы.

Перед нами вырисовывается следующая технология изготовления сверла:

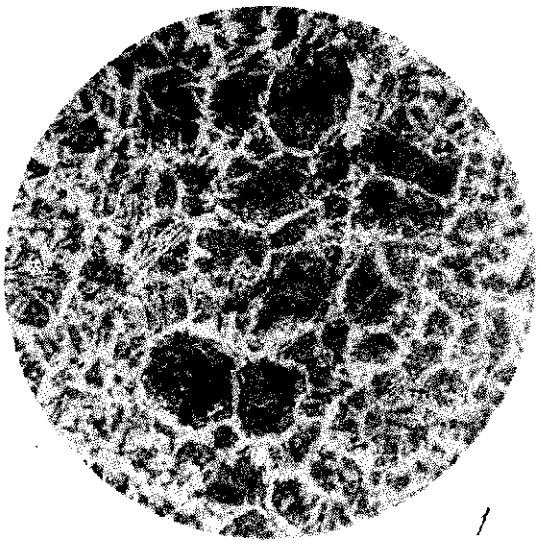
1-я операция. Из железной заготовки вытягивается стержень соответствующего размера.

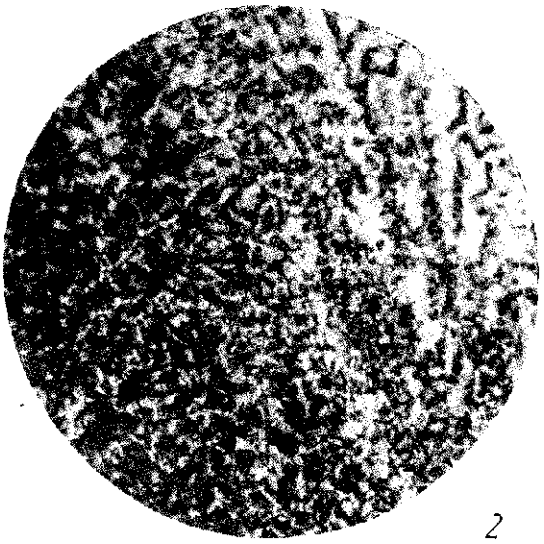
2-я операция. Один конец вытягивался в полосу (с соответствующими формами — для втулки) и загибался на круглой оправке.

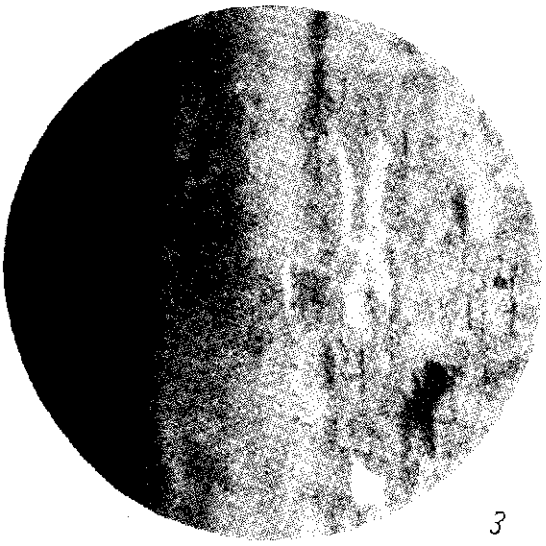
---

[1] Коллекции ГИМ.

[2] ИИМК АН СССР. Лаборатория, фонды Старая Рязань 49/870.







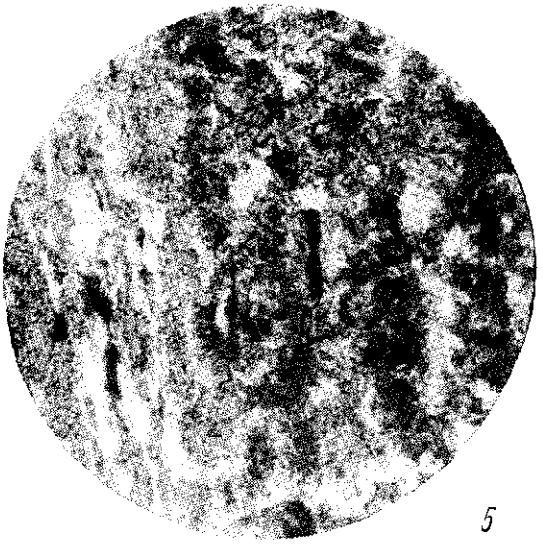


Рис. 86. Микроструктура

1 — лезвия тесла, Владимир-9, отожженная сталь (перлит с ферритом), ув. 100; *2* — лезвия втульчатого тесла, Княжая-11, цементация, ув. 100; *3* — лезвия перовидного сверла, Княжая-17, сварочный шов, ув. 100; *4* — лезвия резца, Рязань-8, сталь, термически обработанная (мартенсит и троостит), ув. 200; *5* — лезвия резака, Федяшево-4, сталь, термически обработанная (мартенсит и троостит), ув. 200

3-я операция. Сваривается втулка.

4-я операция. На другом конце делается заготовка стержня под сварочный шов.

5-я операция. Выковывается стальной брусок для наварки на стержень.

6-я операция. Сварка.

Технология перовидного сверла изучена на экземпляре с Княжей Горы (Княжая-17). Шлиф был сделан на поперечном сечении в середине лопатки-лезвия. Структура шлифа имела следующую схему (рис. 89): в середине шла полоса феррита, по бокам — наваренные полосы; структурное состояние полос — троостит. На рис. 86, *3* изображен переход от ферритной полосы к трооститу. Швы между железной основой и стальной наваркой очень чистые.

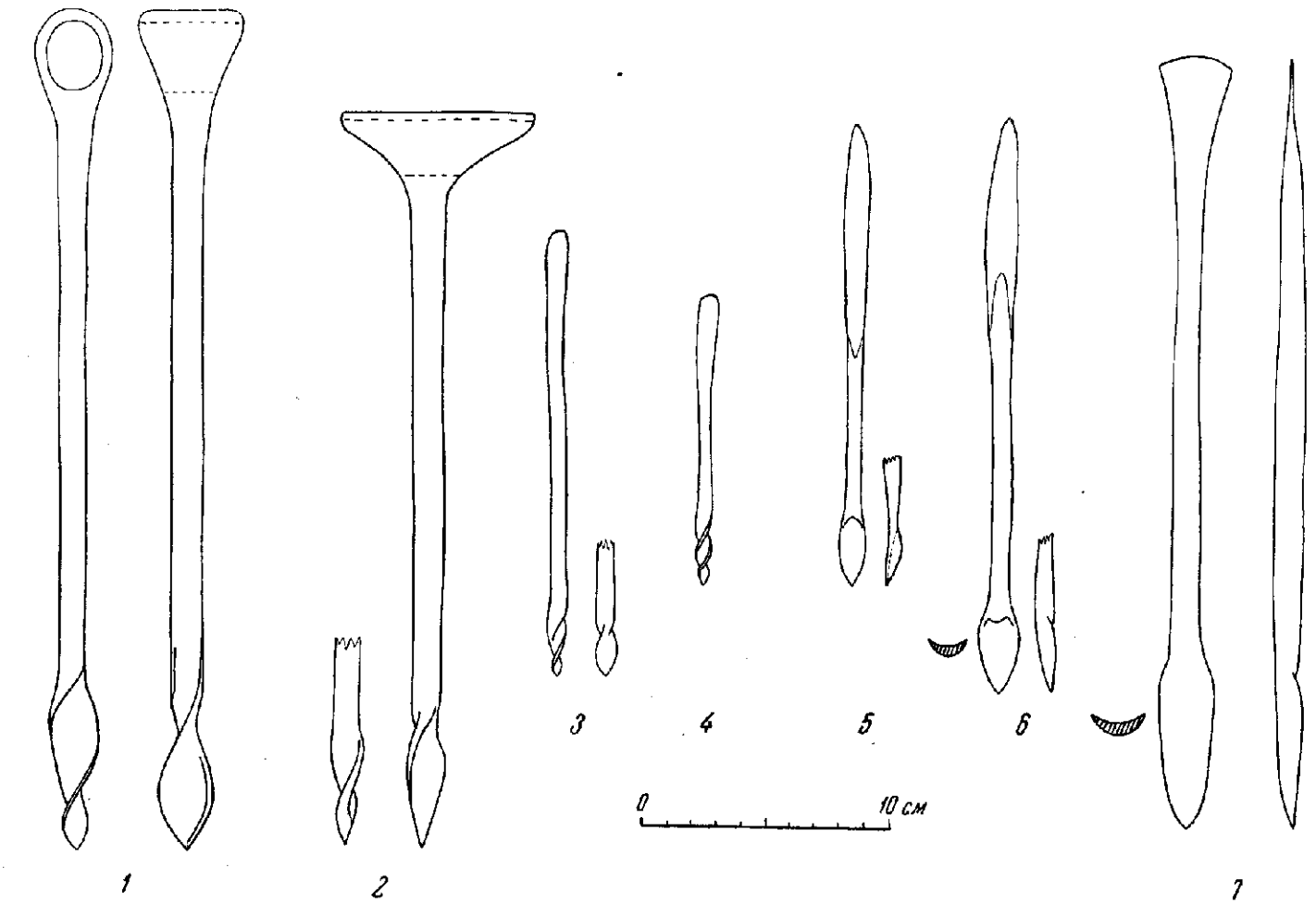


Рис. 87. Сверла по дереву

1 — 4 — спиральные; *5 — 7* — перовидные

7-я операция. Вытяжка наваренного конца в лопатку треугольной формы с таким расчетом, чтобы стальная наварка вышла на одну из боковых граней.

8-я операция. Выгиб лопатки по спирали на 180° (есть сверла с двойным оборотом, т. е. на 360°). Грань стальной наварки должна находиться впереди.

9-я операция. Обточка на точильном кругу.

10-я операция. Термическая обработка спирального конца.

11-я операция. Отточка лезвия и полировка.

Перед нами опять технология наварки стального лезвия — пера. Изготовление перовидного сверла более простое, чем спирального. На железный конец стержня были наварены две (или одна, согнутая вдвое) стальные пластины, после чего лезвию придали ложковидную форму и термически обработали.

Так вырисовывается технология изготов-

ления сверл, которые в древней Руси к X в. уже выработали все основные конструктивные и технологические элементы. Как отмечено выше, все древнерусские кузнецы изготовляли спиральные сверла только с правым вращением.

Токарные резцы по дереву. Вопрос о токарном станке по дереву в древней Руси до последнего времени оставался спорным. Б. А. Рыбаков в книге «Ремесло древней Руси» разрешает его положительно и устанавливает наличие токарного станка по дереву для XII—XIII вв. и по кости для X в.[1] Послевоенные раскопки А. В. Арциховского в Новгороде позволяют этот вопрос разрешить более исчерпывающе. Деревянные изделия из местных пород древесины, выточенные на токарном станке, широко представлены в слоях X в. — самых древних слоях Новгорода. Следовательно, токарная продукция позволяет установить наличие в древней Руси токарного станка по дереву уже в X в. Каково же было устройство токарного станка? Археологического материала для разрешения этого вопроса пока нет. Но ряд других данных позволяет нам наметить хотя бы общий облик древнерусского токарного станка.

Рис. 88. Лезвие перовидного сверла, Новгород

Среди многочисленных фрагментов деревянной точеной посуды встречаются обломки чаш, диаметром свыше 400 мм[2]. Для изготовления подобных изделий требуются мощные станки и острые инструменты. Среди этнографического материала известны два наиболее простых вида токарных станков. Первый вид — это станок с ручным лучковым приводом. Подобные станки можно видеть еще в настоящее время в часовых мастерских. Второй вид — это станки с ножным приводом — пружинные. Они имеют больший, чем у лучковых, ход приводной веревки и бо́льшую мощность. Выточить деревянную чашу диаметром в 400 мм на ручном лучковом станке едва ли возможно. Давление резания, создаваемое резцом на болванке диаметром в 400 мм, требует окружного усилия, которое дать ручным приводом на несколько оборотов болванки невозможно. Это говорит о том, что в древней Руси были сравнительно мощные токарные станки. Наиболее простым станком мог быть токарный станок с ножным приводом от пружины. Пружиной могла быть упругая жердь, прикрепленная горизонтально одним концом к потолку мастерской. Подобные станки применяли русские кустари в XIX в.[1] Станки делались целиком из дерева, за исключением осей центров передней и задней бабки.

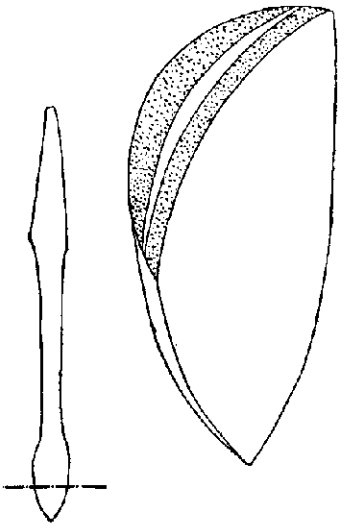


Рис. 89. Технологическая схема лезвия сверла, Княжая-17

Не менее важным источником по истории токарного дела является токарный инструмент — токарные резцы. Среди древнерусского археологического материала они представлены довольно широко. Для выточки полых изделий — посуды — необходимо иметь два вида резцов: один — для наружной обточки и другой — для внутренней выточки. В настоящее время для этого применяют плоскую стамеску и фигурный резец — крючок. Особенно многочисленны среди находок фигурные резцы. Стамесок встречено меньше. Это объясняется тем, что большинство их имели в коррозированном состоянии вид неопределимого железного стержня и считались археологами железным предметом неопределенного назначения. Фигурные резцы представлены несколькими видами и множеством размеров.

---

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 412.

[2] Коллекции ГИМ № 82582, опись 1143 (48-144, 48-160, 48—325 и т. д.).

[1] Труды Комиссии по исследованию кустарной промышленности в России, вып. XI, стр. 192.

В археологической литературе подобные резцы часто принято называть ложкарками. Это ошибочно. Собственно ложкарки имеют определенную форму и главное размер (рис. 90). Они встречаются еще в дьяковское время, в IV—V вв. н. э.[1] Такие же ложкарки мы находим и в XII—XIII вв., например на Княжей Горе[2].

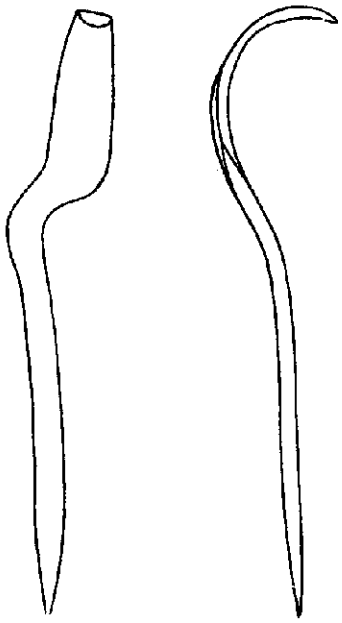


Рис. 90. Ложкарка

Изображенные на рис. 91 инструменты — токарные резцы.

Правда, небольшие резцы иногда могли употребляться и при изготовлении деревянной посуды от руки (например: деревянные овальные блюда, черпаки, фигурные сосуды и т. п.), но основное применение этого инструмента было на токарном станке.

Резцы для внешней обточки имеют вид обыкновенных стамесок с прямым или косым лезвием. Ширина лезвия колеблется от 10 до 20 мм.

Резцы для внутренней выточки представлены двумя видами. Первый вид — это обычные резцы с крючкообразным лезвием и прямым черенком. По длине эти резцы варьируются от 125 до 300 мм, по ширине лезвия — от 15 до 25 мм. Резцы с длинным черенком рассчитаны на выточку больших сосудов с глубоким выемом. Второй вид резцов имеет удлиненное прямое лезвие с загнутым на конце языком на 180°. Массивный черенок отходит от лезвия вверх под углом в 45°. Такой резец известен из Старой Рязани[1] и Кузнецовского городища[2] (рис. 92).

Металлографически было изучено шесть резцов, из них два — для внешней обточки (Новгор. кург.-18, Вщиж-4) и четыре — для внутренней выточки (Рязань-8, Княжая-14, Глазов-6, Райки-7). Шлифы на стамесках делались на поперечном сечении стержня лезвия (рис. 93). Шлифы на внутренних резцах делались на поперечном разрезе самого лезвия.

На шести исследованных резцах обнаружились три структурных схемы (рис. 94):

А. Сварка лезвия из нескольких стальных и железных полос. Обнаружена на резце с городищ Глазовского района (Глазов-6).

Б. Наварка на железную основу стальной полосы. Обнаружена на двух резцах.

В. Цементация железного лезвия. Обнаружена на резце с Княжей Горы (Княжая-14).

Кроме того, на двух резцах шлифы дали однородную ферритную структуру.

Многослойный резец-крючок был сварен из двух стальных и трех железных полос. На режущую грань резца выходила стальная полоса. После сварки многослойного пакета лезвие было вчерне заточено, затем согнуто на оправке и окончательно отточено. Затем его термически обработали.

Технология изготовления стамески с наварным лезвием довольно проста, и на ней мы останавливаться не будем.

Технология изготовления резца-крючка с наварным лезвием протекала в следующем порядке. Из железного бруска вытягивали черенок и лопатковидное лезвие. Затем на лопатку наваривали кусок стали, после чего лезвию придавали профиль (сначала молотком, потом на точиле). Когда лезвие получало соответствующее сечение, его сгибали до требуемой формы, после чего термически обрабатывали и затачивали. Технология цементированного резца была еще проще. Из железа изготовляли до окончательной формы резец, затем лезвие цементировали и сразу же термически обрабатывали.

[1] П. Н. Третьяков. К истории племен верхнего Поволжья. МИА, № 5, стр. 62.

[2] Коллекции КГИМ № В-806.

[1] ИИМК АН СССР, лаборатория. Фонды Старая Рязань 49/629.

[2] П. П. Ефименко и П. Н. Третьяков. Древнерусские поселения на Дону. МИА, № 8, стр. 103.

Все четыре стальных лезвия сохранили термическую обработку. Стальное лезвие резца Рязань-8 сохранило структуру мартенсита с троостито м. Лезвие резца Глазов-6 находилось в состоянии мартенсита и два резца (Новгор. кург.-18 и Княжая-14) сохранили сорбитную структуру.

современные формы. Многослойная сварка, наварка или цементация резцов давали острые и стойкие режущие грани лезвий, что позволяло древнерусским токарям делать в массовом количестве добротную и высокохудожественную деревянную посуду, основную утварь в быту древней Руси.

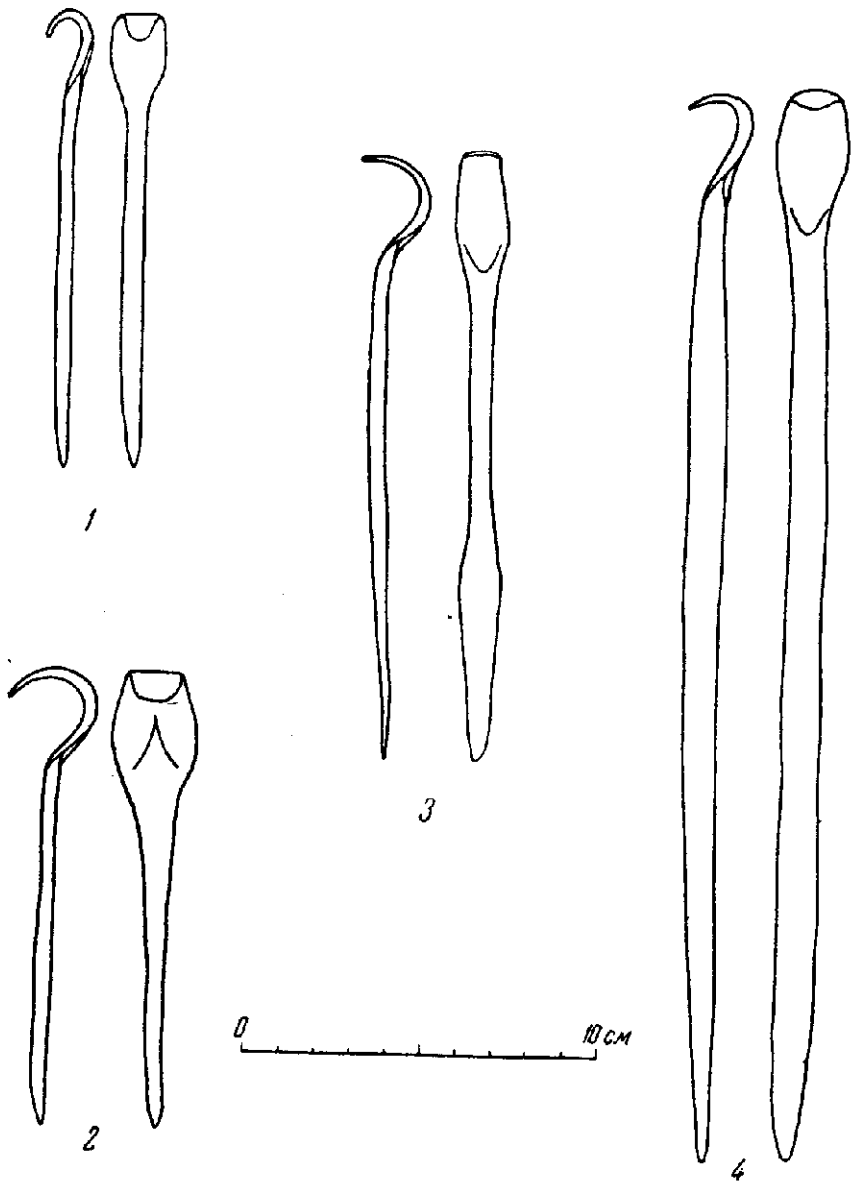


Рис. 91. Токарные резцы по дереву. Резцы для внутренней обточки

Как мы уже говорили, на шлифах двух резцов Вщиж-4 и Райки-7 обнаружилась ферритная структура. Объясняется это тем, что образцы были взяты далеко от рабочей части лезвий, и мы обнаружили лишь основу резца — феррит.

Итак, мы можем отметить, что основной инструмент токарного станка — стамеска и резец-крючок — в X в. имели уже вполне

Для забивания гвоздей и работы с долотом у древнерусского плотника был специальный инструмент — молоток. Обухом топора, подобно современным плотникам, он забивать гвозди и бить по долоту не мог, так как бойка на обухе древнерусский топор не имел. Для этого специально изготовлялись плотничные молотки.

Отличить плотничный простой молоток от

кузнечного очень трудно. Более определенно выявляются два других типа: молоток-гвоздодер и молоток-секач.

Молоток-гвоздодер напоминает по форме современный гвоздодер. Вогнутое в сторону железной рукоятки тело молотка на одном конце оканчивается бойком, на другом — плоскими раздвоенными губами (рис. 95). Такие молотки встречены в Новгороде (три экземпляра — один на Славне в слое XIV в. [1], два на Ярославовом дворище [2]), в Пскове [3] и на Княжей Горе [4]. Железная рукоять молотка-гвоздодера с Княжей Горы оканчивалась спиральным сверлом. На железную ручку, черенок этих молотков, возможно, надевалась деревянная, более длинная рукоять.

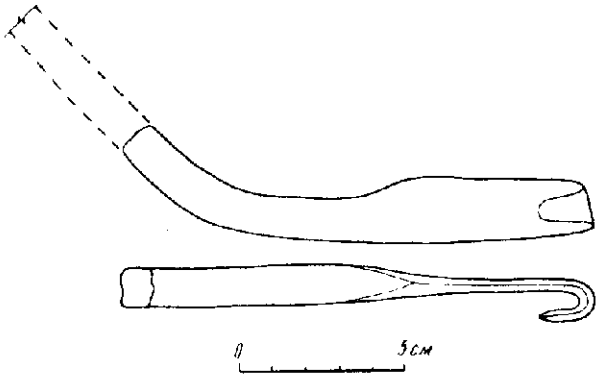


Рис. 92. Токарный резец из Старой Рязани

Молоток-секач, топоровидной формы с оттянутым плоским обухом (рис. 96) неоднократно встречен на городищах Княжая Гора и Девичь-Гора [5]. Плоский обух-боек служил для забивания гвоздей, костылей, скоб и для удара по долоту, а узкое лезвие — для раскалывания бревен и подобных работ.

Рассмотренные нами выше орудия труда относятся к категории качественных изделий и при повышенных технических условиях требовали в своей конструкции сочетания железа и стали с последующей термической обработкой. Но имеется многочисленный ряд металлических изделий, изготовлявшихся только из железа. К таковым относятся, например, заклепки, гвозди, крепежные скобы и тому подобные изделия.

[1] А. В. Арциховский. Раскопки на Славне в Новгороде, МИА, № 11, стр. 145.
[2] Коллекции ГИМ, № 82582, оп. 1143/48 и 49.
[3] Коллекции ПКМ.
[4] Коллекции КГИМ.
[5] Там же, № 62347.

Гвозди являются самым массовым археологическим материалом на всех древнерусских памятниках. Особенно много их находят в городских и городищенских слоях. Встречаются гвозди и в погребениях, куда они попадали вместе с гробом. Все древнерусские гвозди по сечению стержня можно

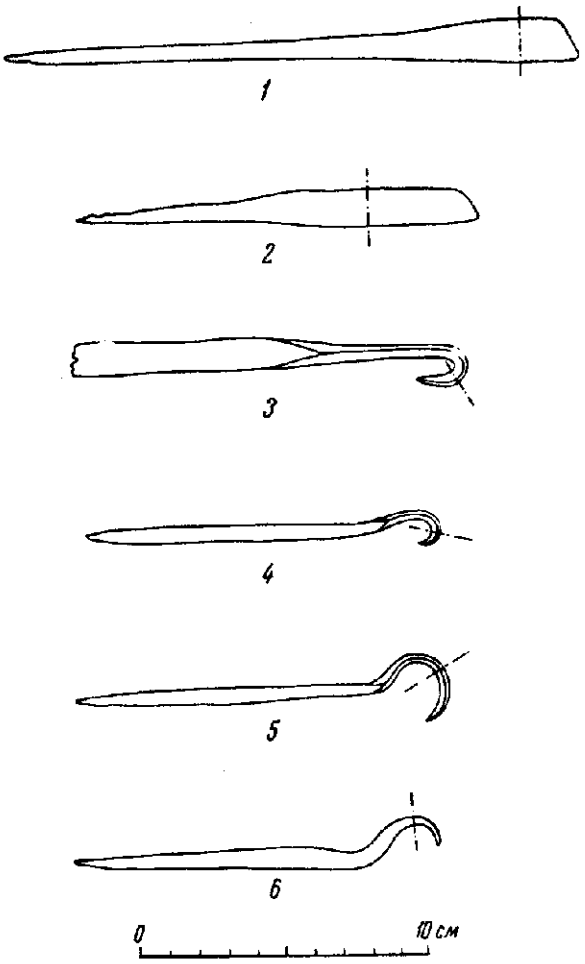


Рис. 93. Расположение шлифов на исследованных токарных резцах

1—Новгор. кург.-18; 2—Вшиж-4; 3—Рязань-8; 4—Княжая-14; 5 — Глазов-6; 6 — Райки-7

разбить на квадратные и круглые. Подавляющая масса гвоздей изготовлялась квадратными. По виду головки они разделяются на собственно гвозди, т. е. гвозди со шляпкой, и на костыли, в которых шляпкой является загнутый конец стержня. Длина гвоздей колебалась от 40 до 200 мм. Сечение гвоздя длиной в 100 мм было около 5×5 мм (рис. 97).

Для определения металла нами были сделаны микроструктурные анализы 12 экземпляров гвоздей (Новгород-31, -32, Рязань-14, -15, Княжая-30, Кривец-3, Псков-15, -16,

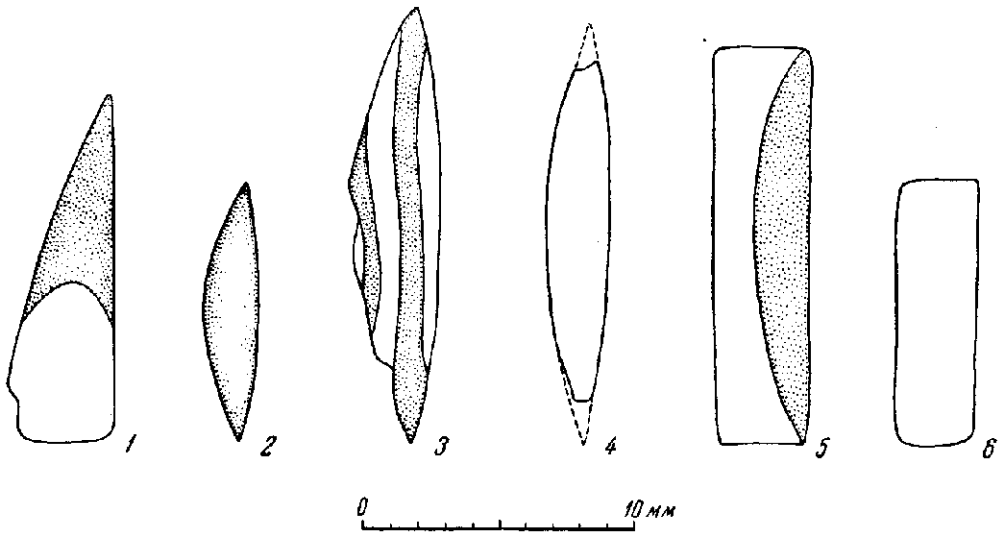


Рис. 94. Технологическая схема лезвий токарных резцов

Многослойная сварка: *3* — Глазов-6. Наварка стального лезвия: *1* — Рязань-8; *5* — Новгор. кург.-18. Цементация лезвия: *2* — Княжая-14. Структура железа: *4* — Райки-7; *6* — Вщиж-4

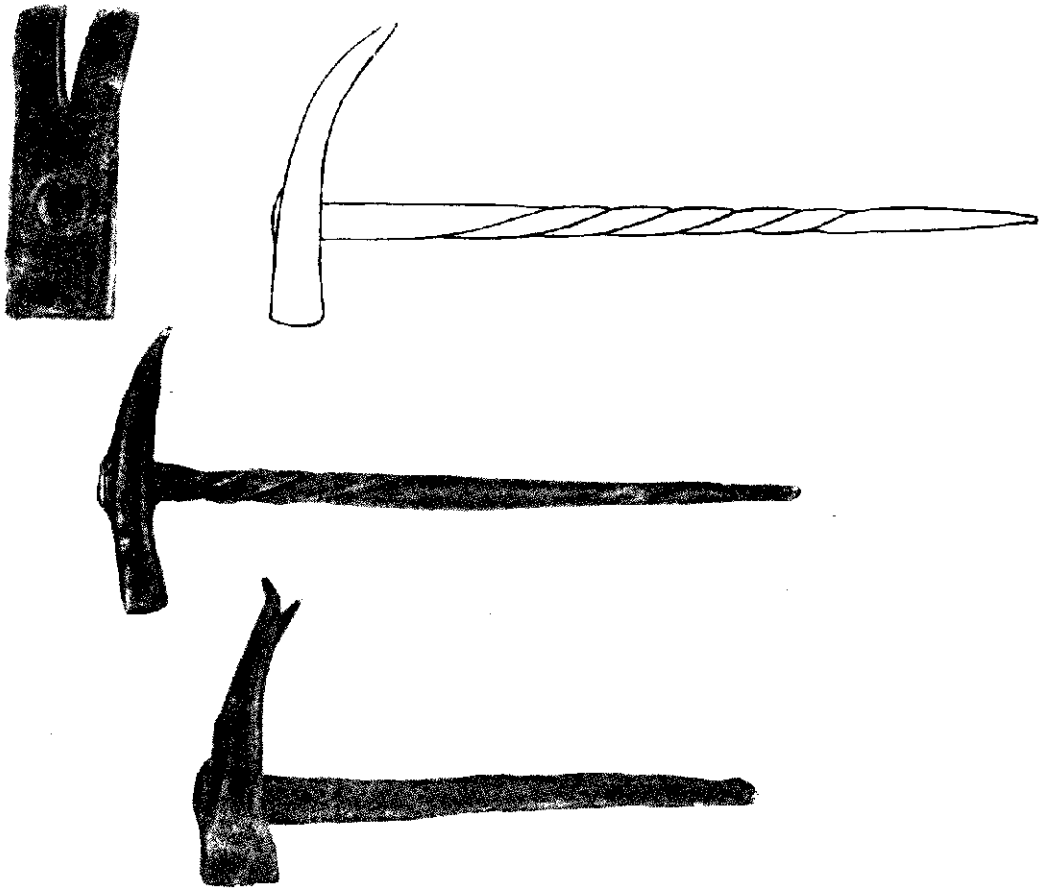


Рис. 95. Гвоздодеры

Вышгород-9, -10, Райки-16, Гнездово-10). В девяти случаях шлифы обнаружили ферритное строение со шлаковыми включениями. На трех экземплярах (Новгород-32, Вышгород-9, Гнездово-10) структура была неоднородна, на ферритном поле встречались небольшие перлитные участки. Таким образом, мы видим, что материалом древнерусских гвоздей было обычное кричное железо.

Технология изготовления гвоздя относится к категории наиболее простых и протекала следующим образом:

1-я операция. Заготовка железа, рассчи-

танная по весу на изготовление нескольких гвоздей, вытягивалась в прут.

2-я операция. После нагрева, из прута полностью, соответственно заданной длине, выковывали тело гвоздя квадратного, а иногда и круглого сечения. На месте головки прут не расковывали.

3-я операция. Оставив соответствующую массу металла для головки, прут обрубали на нижнем зубиле (подсека).

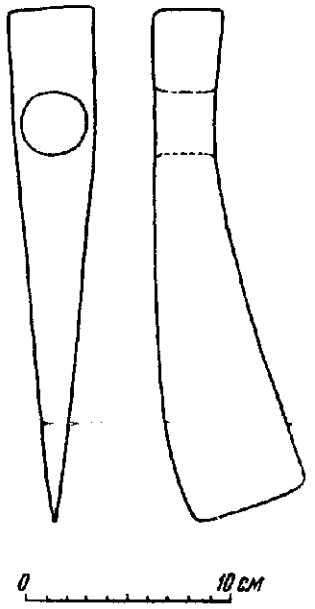


Рис. 96. Молоток-секач

4-я операция. На гвоздильне операциями осадки и расплющивания изготовляли головку.

Описанную технологию, рассчитанную на массовое изготовление гвоздей, мог применять специализированный кузнец-гвоздочник.

Заклепки в древней Руси применяли для соединения деревянных частей того или иного изделия или сооружения. Их широко использовали в кораблестроении, заклепками прикрепляли скобы и умбоны к древнерусским деревянным щитам, на заклепках ставили железную оковку на деревянные лари и т. п.

В археологическом материале заклепки представлены во много раз меньше, чем гвозди. Чаще всего они встречаются в погребениях, например в Гнездовских и Владимирских курганах. В курганах они сохранились от сожженных ладей, в которых иногда хоронили древнерусских дружинников. Лодочные заклепки имели цилиндрическую форму и по длине колебались от 20 до 80 мм (рис. 98). Средний диаметр заклепок 6—7 мм. Технологическому изучению были подвергнуты три заклепки из Гнездовских курганов (Гнездово-7, -8, -9). Шлифы делались на продольном сечении заклепок. На всех трех шлифах обнаружилась однородная ферритная структура. На заклепке Гнездово-9 в двух местах на ферритном поле были расположены небольшие перлитные участки. Как и следовало предполагать, материалом заклепок являлось железо. Здесь оно было более чисто (от шлаковых включений), чем в гвоздях.

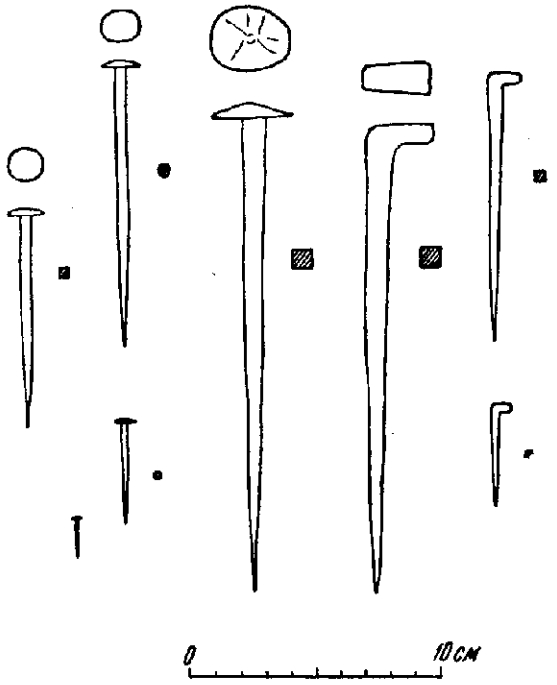


Рис. 97. Гвозди

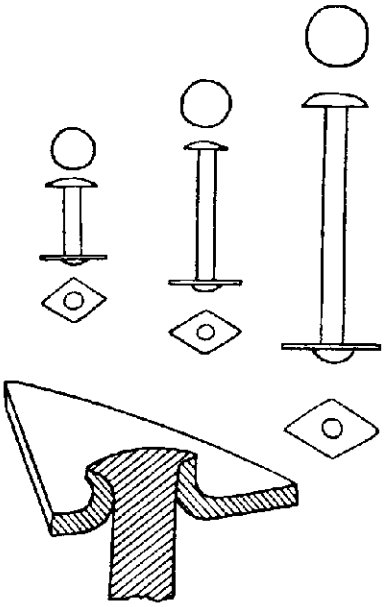


Рис. 98. Заклепки

Технология изготовления заклепок, рассчитанная на массовый выпуск, была совершенно аналогична технологии изготовления гвоздей. На конце большого прута вытягивался стержень заклепки, затем он обрубался и путем осадки на одном конце его делалась головка.

Шайбы под заклепки, например в Гнездове, имели ромбовидную форму, с одинаковыми углами и обрубленными зубилом краями. Это позволяет нам достаточно точно воспроизвести технологию массового изготовления шайб. Из железной полосы, шириной 15—17 мм и толщиной 1,5—2 мм, зубилом по косой линии вырубали ромбовидные пластинки. Затем на каждой пластине пробивали острым бородком в середине отверстия. Остающиеся небольшие отбортовки в отверстиях сохраняли, так как они позволяли плотнее и крепче, при небольшой расчеканке хвоста заклепки, держаться на ней шайбе. На всех гнездовских заклепках шайба поставлена отбортовкой во внешнюю сторону.

Разнообразные крепежные скобы подобно гвоздям и заклепкам всегда изготовлялись из железа. Микроструктурный анализ скобы из Новгорода (Новгород-34) показал сплошное ферритное строение.

Так же из железа изготовлялись и другие многочисленные изделия, применяемые в деревянном строительстве и деревообделочном деле. К их числу относились разнообразные пробои, крючки, петли, щеколды, скрепы, оковки и т. п.

Заканчивая обзор истории технологии производства деревообрабатывающих орудий труда и инструментов, мы можем сделать вывод, что древнерусские кузнецы, идя путем опытной техники в создании рациональных форм орудий труда и инструмента, уже в IX в. выработали основные формы инструмента, орудий труда и соответственно необходимую технологию их производства. Примером этого могут служить древнерусские топоры, скобели, сверла, пилы и т. п. Эти формы и технология в истории русского ремесла просуществовали многие сотни лет.

Эмпирически познавая свойства стали, древнерусские кузнецы создали такие режимы термической обработки (мягкая закалка или закалка с отпуском) инструмента или орудий труда, которые наилучшим образом соответствовали техническим условиям эксплоатации этих изделий.

ГЛАВА X

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИНСТРУМЕНТА РАЗНЫХ РЕМЕСЕЛ

Инструментарий древнерусского златокузнеца «кузнецы меди и серебру» был, пожалуй, самым обширным среди всех прочих ремесел по дереву, кости и металлу. Тиснение, штамповка, чеканка, гравировка, филигрань (скань), зернь, эмальерное дело (изготовление металлической основы), волочение, инкрустация — вот далеко неполный перечень отдельных технологических операций древнерусского златокузнеца. Каждая из этих операций в свою очередь разделялась на несколько сложных отдельных приемов.

Вполне очевидно, какое многообразие инструмента, его форм и размеров требовалось для того, чтобы изготовить известное нам древнерусское «узорочье», поражающее нас тонкостью и миниатюрностью работы и изяществом вкуса.

Для выполнения этих работ златокузнецу требовались: наковальня простая, наковальня фигурная — шперак, молотки кузнечные, молотки фигурные, чеканы, клещи, кусачки, пинцеты, зубила, бородки, сверла, ножницы по металлу, штампы, пуансоны, резцы, напильники, волочильные доски, паяльники (рис. 99).

В приведенном перечне — 18 наименований, из них каждый инструмент имел по нескольку форм и размеров. Большинство этих инструментов широко представлены среди археологических материалов.

Некоторые из инструментов златокузнеца требовали повышенных качеств лезвия или рабочих поверхностей. К ним относятся кусачки, зубила, ножницы по металлу, сверла, резцы, напильники, бородки, штампы, пуансоны. Нами были подвергнуты металлографическому исследованию зубила и напильники. При исследовании была обнаружена сложная технология изготовления этих изделий. Инструменты делались или цельностальными, или с наваренным стальным лезвием, или с цементованной поверхностью. Все они термически обрабатывались. Аналогичную технологию имели,

безусловно, и другие инструменты ювелира. Поверхности штампов и пуансонов, вероятнее всего, цементировались и затем термически обрабатывались.

Перед нами встает вполне естественный вопрос, кто же изготовлял все эти инструменты — сам златокузнец или кто-то другой?

Для нас бесспорно, что свой инструментарий златокузнец сам изготовить не мог. Для этого требовались специальные знания и навыки обработки железа и стали и специальное оборудование. Инструмент и оборудование златокузнеца не были приспособлены к кузнечным работам по железу и стали. Кузнецы же, подковывающие лошадей у городских ворот или кующие гвозди, сковороды, цепи и т. п., также не могли изготовить такого сложного и многообразного инструментария. Напрашивается вывод о кузнеце-инструментальщике, изготовлявшем в массовом количестве инструменты и орудия труда для такого распространенного в древней Руси и высоко развитого ремесла, как ювелирное.

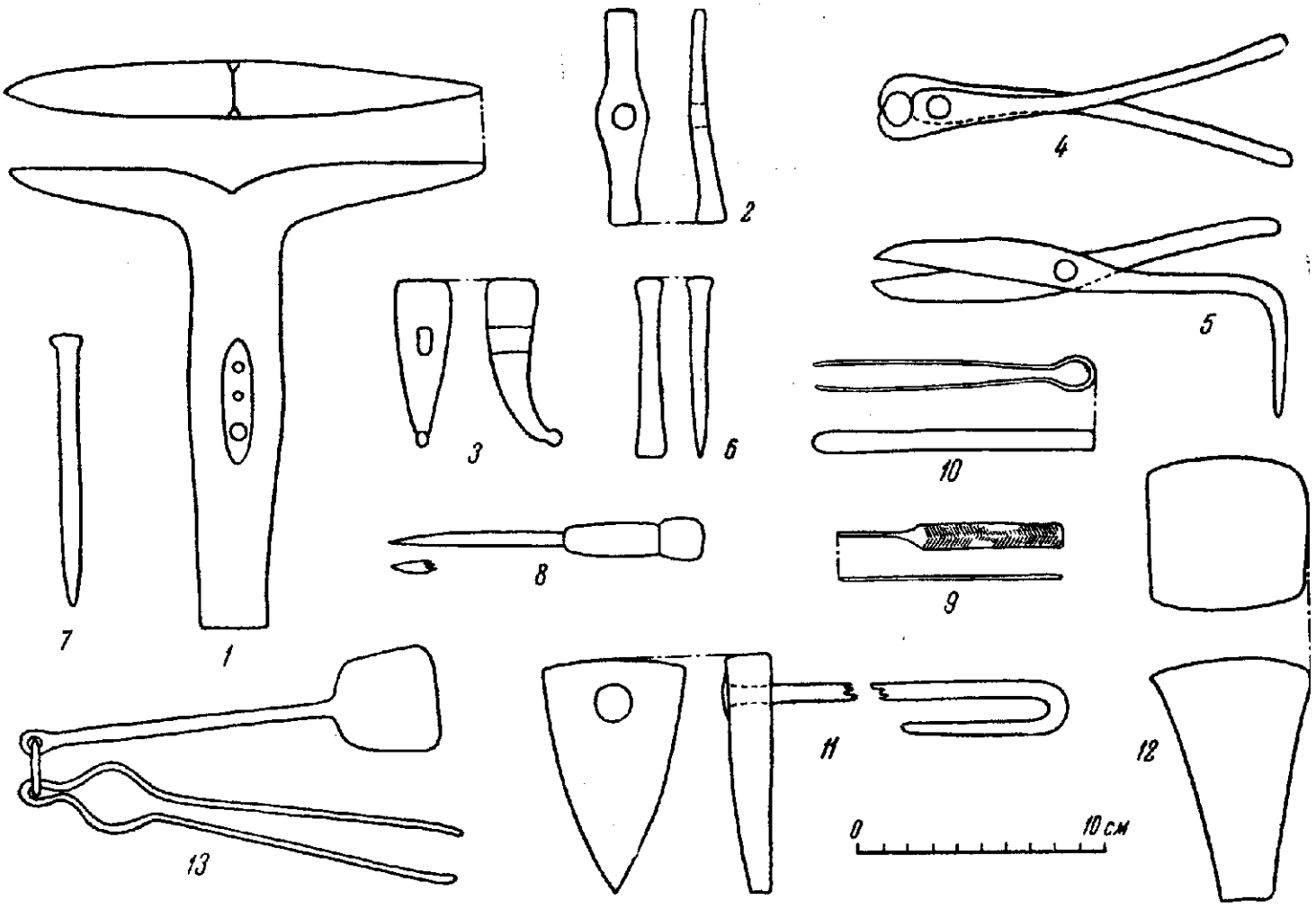


Рис. 99. Ювелирный инструмент

1 — шперак; *2* — молоток; *3* — молоток для чеканки; *4* — клещи-кусачки; *5* — ножницы по металлу; *6* — зубило; *7* — бородок; *8* — резец по металлу; *9* — напильник; *10* — пинцет; *11* — паяльник; *12* — наковальня; *13* — лопатка и пинцет

Инструментарий древнерусского кожевенно-сапожного ремесла был небольшой. Основной режущий инструмент ограничивался кожевенным стругом, раскроечным ножом, резаком и простым ножом.

Кожевенный струг, служивший для снятия мездры с кожи, имел конструкцию, отличную от деревообделочного скобеля. Он был одноручный, с прямолинейным лезвием (рис. 100).

Раскроечные ножи («усьморезные») имели специально закругленные, широкие лезвия с черенками, устроенными с расчетом

на резание кожи движением от себя. Среди археологического материала известно несколько видов подобных ножей (рис. 101). Интересна конструкция рукоятки раскроечного ножа с древнерусского городища у с. Селище Каневского района Киевской области [1]. Красивый черенок оканчивался выпуклой подушкой, вертикально опущенной вниз. Уперев нож подушкой в ладонь, сапожник легко мог вырезать любую фигуру из кожи, лежащей на доске.

Резак, применявшийся также для раскройки кожи, имел вертикальную деревянную рукоятку, надевавшуюся на втулку.

Из разбираемой группы инструмента микроструктурному анализу были подвергнуты кожевенный струг (Княжая-16) и резак (Федяшево-4). Шлифы обнаружили следующие структуры.

Кожевенный струг с обломанным черенком имел длину лезвия около 130 мм. Образец взят на лезвии, у черенковой части. Шлиф обнаружил наварку стального лезвия на железную основу клинка струга. Структура основы клинка — феррит, а наваренной части — сорбит, содержание углерода 0,85—0,9%. Микротвердость стального лезвия у острия равна 292 единицам по Виккерсу.

Резак средней сохранности, с согнутой втулкой. Общая длина 90 мм, ширина лезвия 42 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структура всего лезвия — полосчатая сварная сталь в закаленном состоянии. Ее структура — мартенсит с троститом (рис. 86, *5*), иногда один мартенсит.

Не входя в подробное рассмотрение технологии, типичной для всех режущих инструментов, отмечу только наличие в скобеле и резаке стальных, термически обработанных лезвий.

Костерезное дело требовало почти не меньше инструментария, чем деревообделочное. Костерез применял в работе разнообразные ножи, резцы, сверла, пилы, токарные резцы, циркульные резцы и напильники [2]. Все это — качественные изделия, требовавшие острых стойких лезвий. Технология подобных инструментов для дерева подробно разбиралась нами в разделе деревообделочных орудий труда. Здесь же особый интерес для нас представляет изготовление кузнецом инструментальных наборов для костереза. На одну ось или кольцо нанизывалось несколько основных режущих инструментов. Мне известны два подобных инструментальных набора из Новгорода и Старой Рязани.

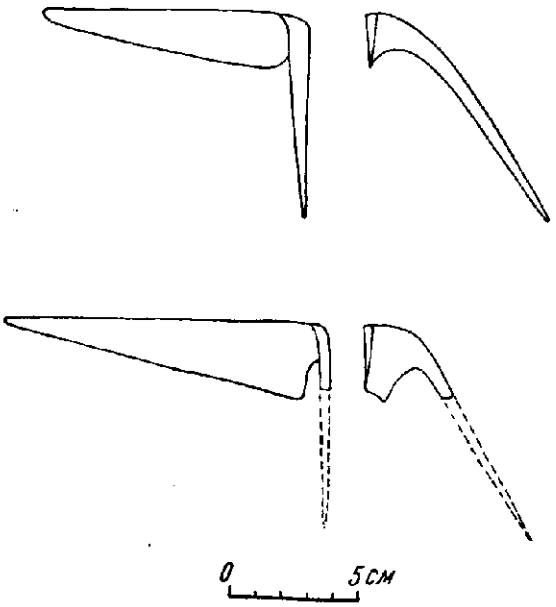


Рис. 100. Кожевенные струги

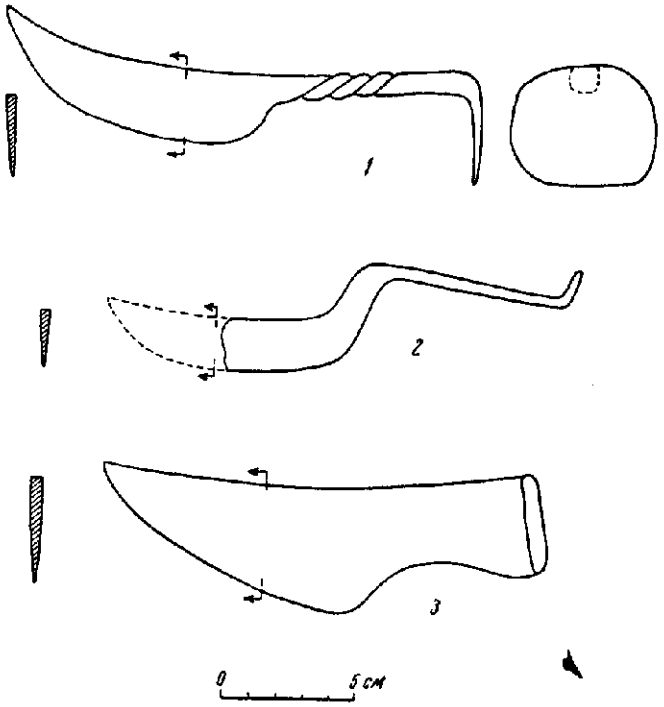


Рис. 101. Усьморезные ножи

1 — Городище у с. Селище; *2* — Новгород; *3* — Княжая Гора

[1] Коллекции КГИМ, № В2720.

[2] С. А. Изюмова. Техника обработки кости в дьяковское время и в древней Руси. КСИИМК, вып. XXX, стр. 15.

Набор инструментов из Новгорода найден на Ярославовом дворище в слое XII—XIII вв.[1] Набор состоит из четырех предметов и железной ручки. На одной оси закреплен напильник, имеющий насечку на двух широких поверхностях. На одной поверхности зубья расположены елочкой, на другой — отдельными крупными зубьями-заусеницами, типа современного рашпиля[1]. На другой оси закреплены нож, шило квадратного сечения и резец (см. рис. 31).

Другой набор инструментов костереза найден в Старой Рязани[2]. На круглое кольцо были надеты три предмета. Полностью сохранилась пила, частично — нож; третий инструмент определить невозможно (см. рис. 85).

ГЛАВА XI

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРУЖИЯ

До настоящего времени у всех народов технический уровень металлообрабатывающего и металлургического производства более всего отражается на видах, форме, качестве и технике производства наступательного и оборонительного оружия. Не являлась исключением и древняя Русь. Оружейники при изготовлении оружия всегда первыми реализовали все технические достижения своего народа. Древнерусское оружие, известное достаточно хорошо по археологическим и письменным памятникам, может служить нам хорошим источником к изучению истории техники русского кузнеца и металлурга.

Русское оружие IX—XIII вв. было очень разнообразно по форме и по роду применения. Среди археологических находок мы встречаем мечи, сабли, копья, стрелы, боевые топорики, булавы, кинжалы, боевые ножи, шлемы, кольчуги, щиты (умбоны). Основным оружием профессионального воина-дружинника древней Руси был меч, массовым же оружием, которым вооружался в бою рядовой воин-смерд, было копье и топор.

В области изучения оружия еще недавно господствовали разнообразные теории, принижавшие культуру и технику древней Руси. Все русское оружие из погребений дружинников рассматривалось норманистами как импорт из Скандинавии, а для видов, отсутствующих у скандинавов,— импортным с Востока. В этой области особенно много вреда принес В. В. Арендт.

Советские историки и археологи разоблачили все лжетеории норманистов в вопросах происхождения русской государственности и культуры, но не всегда могли исчерпывающе доказать русское производство некоторых видов оружия, в частности мечей.

Нами технологически изучены, с той или иной степенью полноты, все виды древнерусского оружия, кроме сабель. Последние не изучены только по причине отсутствия образцов для металловедческого исследования, без результатов которого говорить что-либо о саблях бесполезно.

Каждый вид оружия мы рассмотрим в отдельности.

Меч — основное оружие русского воина-дружинника, символ княжеской власти и военная эмблема древней Руси. Мечом клялись дружинники Игоря, заключая в 944 г. договор с греками: «А не крещении Русь да полагають щиты своя и мечи своя нагы»[3].

Русские летописи и другие письменные источники пестрят упоминаниями о мече. Не менее широко представлены мечи и в археологическом материале. Основная масса мечей, как и другого вооружения, дошла до нас от X в. Погребения воинов-дружинников Игоря, Святослава и Владимира Святославовича сопровождались богатым набором оружия и прочего военного снаряжения. В IX в. этих воинов было еще мало, а в XI в. воины русских князей приняли христианство, и в их могилы перестали класть вещи.

Нам известно более 70 древнерусских мечей, найденных на территории Восточной Европы и относящихся к IX—XI вв.

Древнерусский меч — оружие рубящее, «да не ущитятся щиты своими и да посечени

[1] Коллекции ГИМ, № 82582, оп. 1143/48—2383.

[1] Насечка типа рашпиля применяется только для работы по кости и коже.

[2] ИИМК АН СССР, лаборатория. Фонды Ст. Рязани, 49/870.

[3] ПСРЛ, II, стр. 42.

будуть мечи своими»[1], или «посекоша мечем нещадно»[2], но некоторые выражения летописи, правда более поздние, позволяют

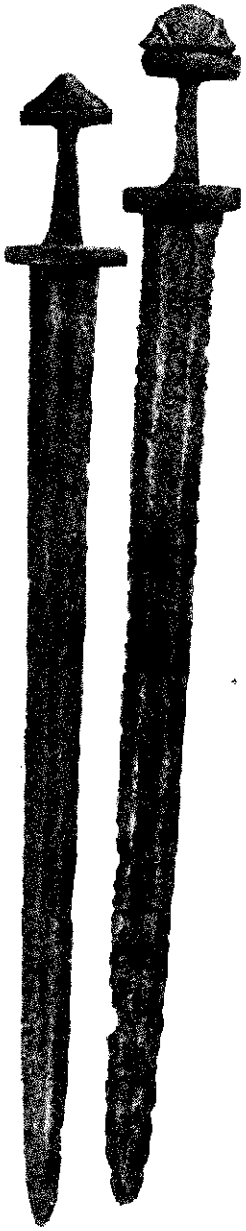


Рис. 102. Древнерусские мечи

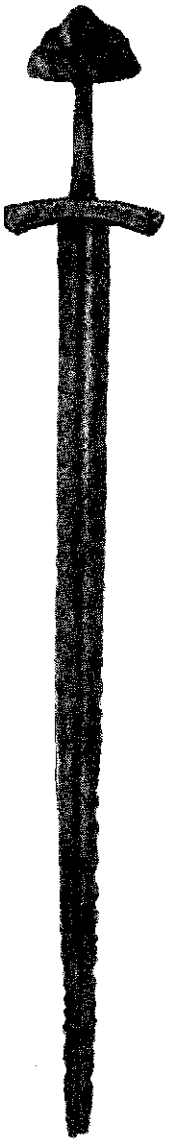


Рис. 103. Древнерусский меч

предполагать, что меч применялся иногда и для закалывания: «призвавше ко оконцю пронзут и мечем»[3].

Форма и конструкция древнерусского меча ясны из приводимых рисунков (рис. 102 и 103). Обычная длина меча X в. была около 80—90 см. Ширина клинка равнялась 5—6 см, толщина 4 мм. Вдоль полотна на обеих сторонах клинка всех древнерусских мечей идут долы, служившие для облегчения веса клинка. Кроме того, дол придавал сечению клинка наиболее удобную форму для проникновения лезвия меча более глубоко в тело. Конец меча, не рассчитанного на колющий удар, имел довольно тупое острие, а иногда даже просто закруглялся. Навершие, рукоять и перекрестье меча почти всегда украшались бронзой, серебром и даже золотом (рис. 104). Меч носился в ножнах. Бронзовые и серебряные наконечники и другие украшения ножен иногда обнаруживаются среди археологического

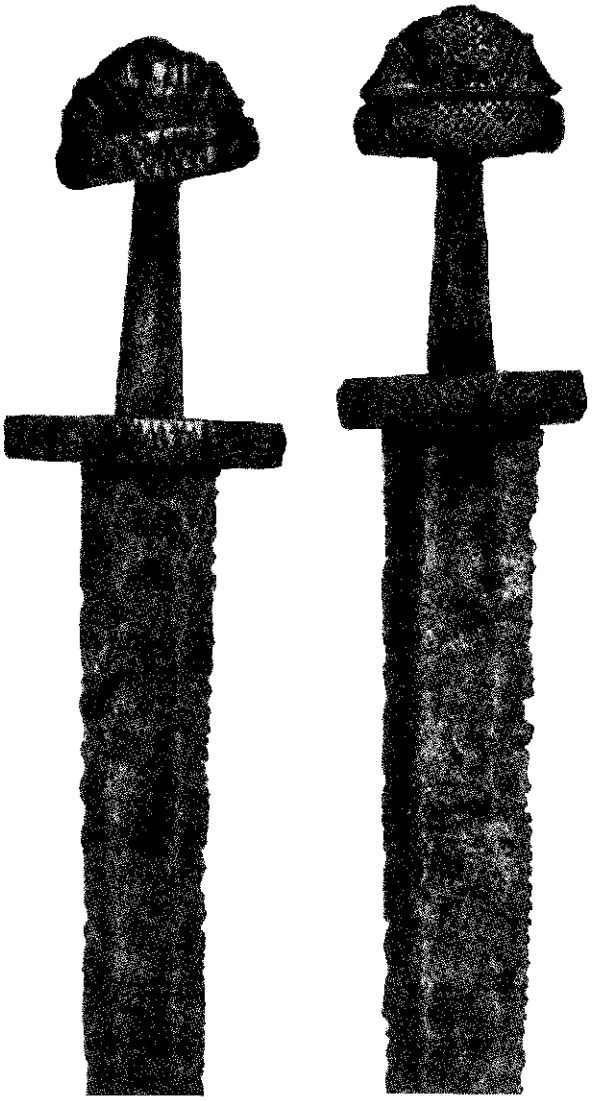


Рис. 104. Рукоятки мечей из Гнездовских курганов

[1] ПСРЛ, II, стр. 38.
[2] ПСРЛ, X, стр. 95.
[3] ПСРЛ, I, стр. 73.

материала. В летописи встречаются выражения: «обнажи меч свой» [1] и т. п.

Описанную форму и конструкцию древнерусского меча в русской археологической литературе очень продолжительное время называли «варяжской» и «норманской». И не только называли, но и считали эти мечи привезенными из Скандинавии. Особенно старались доказать это норманисты всех мастей.

О «норманских» мечах в ратном снаряжении воина древней Руси исписано немало страниц. В этой области особенно старался такой ярый норманист, как В. В. Арендт. В своих «исторических» работах Арендт пытался доказать иноземное происхождение всего русского оружия. Когда нельзя было притянуть варягов, он объявлял оружие, например шлемы и кольчуги, «кочевническими» [2].

А. В. Арциховский исчерпывающе доказал, что нет никаких оснований считать древнерусские мечи норманскими, скандинавскими, и что этот тип мечей является общеевропейским и одинаково распространен по всей Европе [3]. Сами же скандинавские археологи еще в конце прошлого века мечи этого типа (т. е. с прямой крестовиной и полукруглым навершием, часто разделенным на три или пять долей) считали франкскими и привозными откуда-то из Франции или, может быть, с Рейна [4].

Турецкие археологи, разбирая дворцовое имущество, оставшееся от турецких султанов, обнаружили мечи с арабскими надписями всех веков, начиная с VII в. Оказалось, что с этого времени до XIV в. у арабов и персов, так же как и в Западной Европе, господствовал меч [5]. По форме эти мечи были похожи на европейские средневековые мечи [6].

Таким образом, мы видим, что форма древнерусского меча была общеевропейской, а клинки даже международными. Клинки древнерусских мечей по внешнему виду были очень похожи на клинки мечей из Средней и Малой Азии и Переднего Востока.

В нашей, советской, археологической литературе тип древнерусского меча называется, по терминологии западноевропейских археологов-оружиеведов, каролингским [1].

При изучении технологии производства древнерусского меча мы старались привлечь разносторонний материал для решения вопроса о русском происхождении и местном производстве большинства археологически известных мечей и другого оружия. А. В. Арциховский писал: «Археология должна выяснить, было ли в древней Руси свое производство мечей; пока ответить на этот вопрос мы не можем» [2].

В нашей работе мы последовательно исследуем: 1) технологию изготовления клинков мечей, 2) металл клинков мечей, 3) технику изготовления и художественное оформление украшений меча, 4) восточные известия о русских и их оружии.

Технология производства клинков мечей нами изучена на основании металлографического анализа 12 экземпляров мечей (рис. 105). Пять мечей (Гнездово-11, -12, -13, -14, -15) происходят из Гнездовских курганов, четыре меча (Михайловское-3, -4, -5, -6) — из Михайловских курганов, два меча (Приладожье-10, -11) — из Приладожских курганов и один меч (Вщиж-6) — из Вщижа.

На основании обнаруженных структурных схем на древнерусских мечах [3] технология производства меча реконструируется следующая (рис. 106).

Основа клинка меча делалась из железа

---

[1] ПСРЛ, II, стр. 172.

[2] W. Arendt. Das Schwert der Waringerzeit in Rusland. Mannus. Bd. 25, 1933, H. 2, S. 171. W. Arendt. Die Nomadenhelm des frühen Mittelalters in Osteuropa. Zeitschr. f. Historische Waffen und Kostümkunde, 1935.

[3] А. В. Арциховский. Русская дружина по археологическим данным. Историк-марксист, 1939, № 1.

[4] A. Lorange. Den Ingre Jernaeders svaerd. Bergen, 1889, стр. 18. J. Petersen. De norske vikingesverd. Kristiania, 1919, стр. 204.

[5] А. В. Арциховский. Русское оружие X—XIII вв. Доклады и сообщения исторического факультета МГУ, вып. 4, Москва, 1946, стр. 10.

[6] Похожи только клинки мечей, так как рукоятки (перекрестия и навершия) VII—XIII вв. не сохранились. На трех мечах с сохранившимися рукоятками стоят рукоятки XIV—XV вв., значительно отличающиеся от европейских. Все мечи (с VII в.) дошли до нас в оружейных палатах дворцов турецких султанов. H. Stocklein. Topkapu Sarayi. Ars islamica, 1934, стр. 216.

[1] R. Forrer. Scwerter und Schwertknäufe. Lpz., 1905.

[2] А. В. Арциховский. Русское оружие X—XIII вв. Доклады и сообщения исторического факультета МГУ, вып. 4, Москва, 1946, стр. 9.

[3] Подробное описание каждого шлифа в отдельности см. в приложении на стр. 243.

или сваривалась из нескольких (трех) полос стали и железа. Когда основа клинка сваривалась только из стали, брали малоуглеродистый металл. Довольно широко применялась и узорчатая сварка (Гнездово-15, Михайловское-5). В этом случае основа клинка сваривалась из средней железной и двух крайних, специально сваренных полос. Последние в свою очередь были сварены из нескольких прутьев с разным содержанием углерода и затем несколько раз перекрученных и раскованных в полосу. К предварительно сваренному и подготовленному бруску основы клинка наваривали в торец стальные полосы — будущие лезвия. После сварки клинок выковывали таким образом, чтобы стальные полосы вышли на лезвие. Отковав клинок заданного размера, вытягивали черенок рукоятки. Следующей механической операцией было выстругивание долов. Затем клинок шлифовали и подвергали термической обработке. После этого клинок полировали и, если на основе клинка делалась узорчатая сварка, его травили. Кузнец же делал и основу перекрестья и навершия рукоятки. Иногда наваренные стальные лезвия подвергались перед термической обработкой дополнительной цементации (Гнездово-12, Михайловское-5). Применялась также технология цементации поверхности цельножелезного меча. Подобная технология была у меча Михайловское-4.

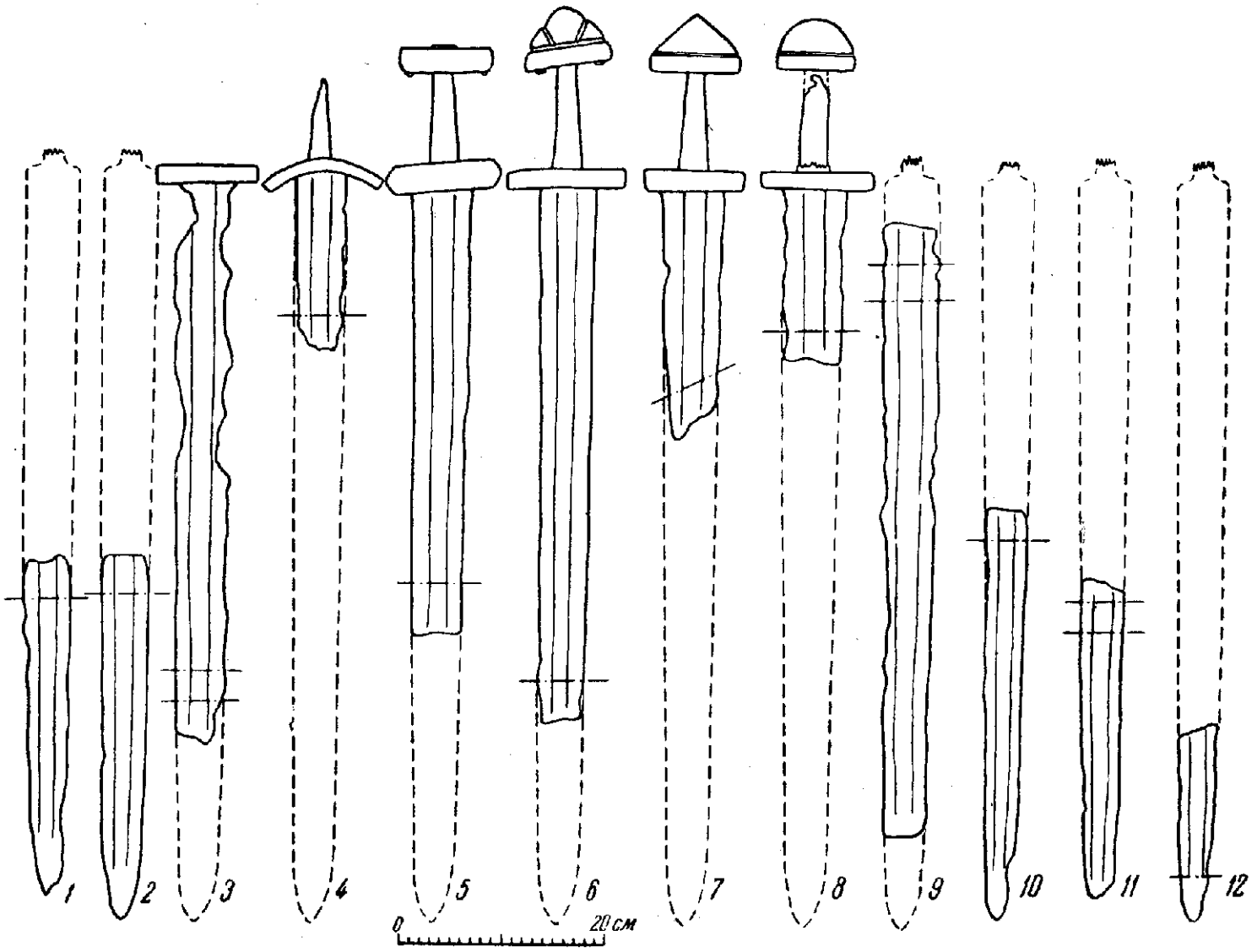


Рис. 105. Расположение шлифов на исследованных древнерусских мечах

1, 2, 3, 5 — Михайловские курганы; *4, 6* — Приладожские курганы; *7, 8, 9, 11, 12* — Гнездовские курганы; *10* — Вщиж

Несмотря на то, что большинство мечей происходит из погребений с трупосожже-

ниями, 9 клинков сохранили термическую обработку или ее следы. Два меча на лезвии (Гнездово-13, -15) имели структуру отпущенного мартенсита, три меча (Приладожье-10, -11, Михайловское-3) имели на лезвии структуру троостита, четыре меча ков бралась высокоуглеродистой, с содержанием углерода около 0,85—0,9%. На двух клинках лезвия, подвергнутые дополнительной цементации, имели 1,1—1,2% углерода (рис. 107).

Итак, мы видим, что перед нами самая

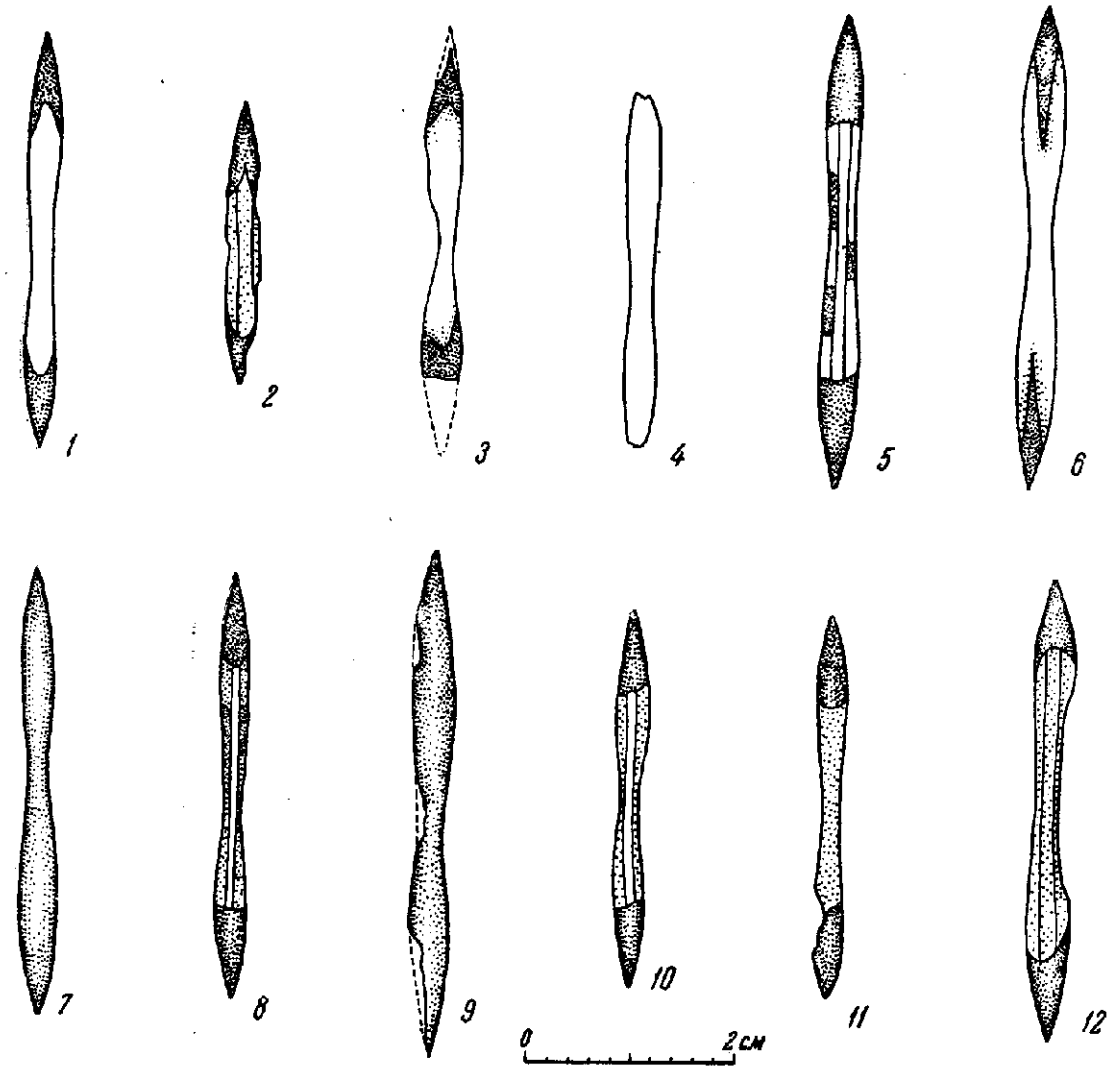


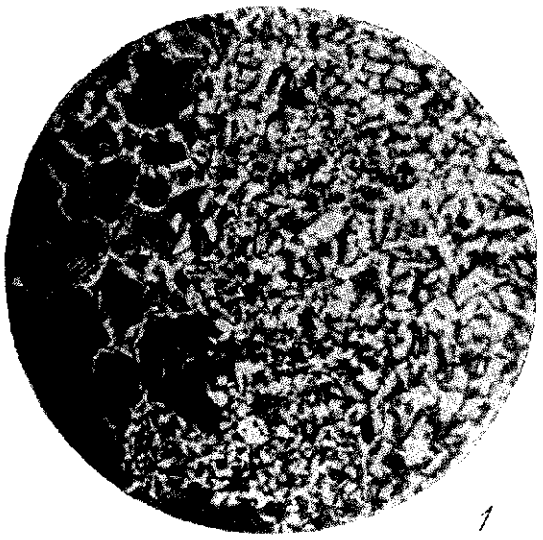
Рис. 106. Технологическая схема лезвий мечей

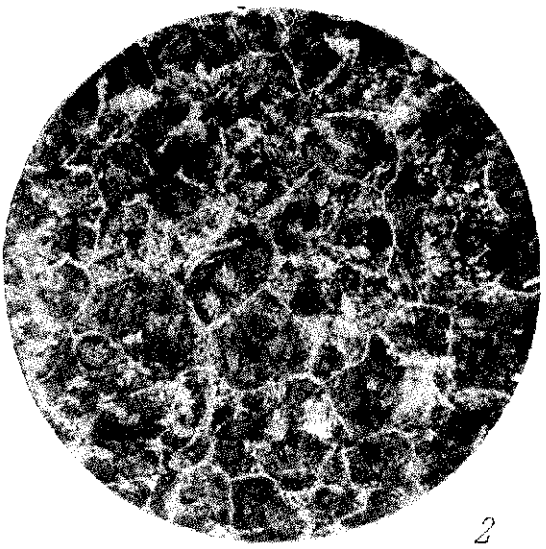
Наварка стального лезвия: *1* — Гнездово-11; *2* — Гнездово-12; *3* — Гнездово-13; *5* — Гнездово-15; *6* — Михайловское-3; *8* — Михайловское-5; *10* — Вщиж-6; *11* — Приладожье-10; *12* — Приладожье-11. Цементация лезвия: *7* — Михайловское-4; *9* — Михайловское-6. Структура железа: *4* — Гнездово-14

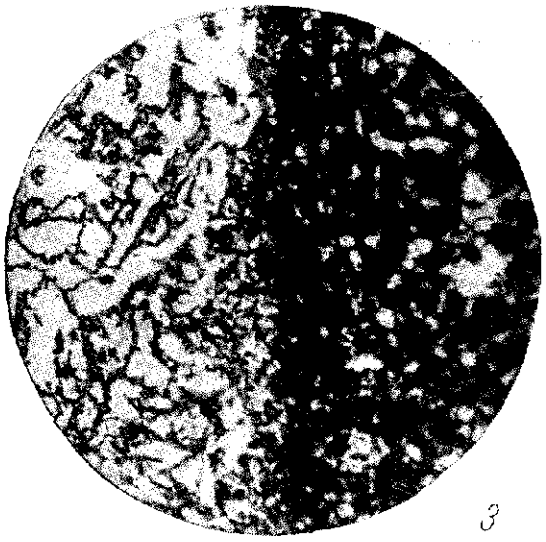
(Гнездово-11, Михайловское-4,-6, Вщиж-6) — сорбит. Все они имеют ту или иную структуру отпуска — воздействие температуры погребального костра. Но такие мечи как Гнездово-13, -15, Приладожье-10, -11, Михайловское-3, находились или далеко от пламени, что маловероятно, а скорее всего еще в раскаленном состоянии были воткнуты в холодную землю или охлаждены в воде, а следовательно получили вторичную закалку. Сталь на лезвия клин-

типичная древнерусская технология изготовления качественного изделия — сварка мягкой вязкой основы со стальным лезвием и последующая термическая обработка всего клинка.

Если, например, мы сравним технологические схемы производства клинков мечей и кос, то обнаружим очень много общего: та же многослойная сварка или наварка стального лезвия, выточка дола (например, на косах Новгор. кург.-15, Ковшарово-1, -2) и







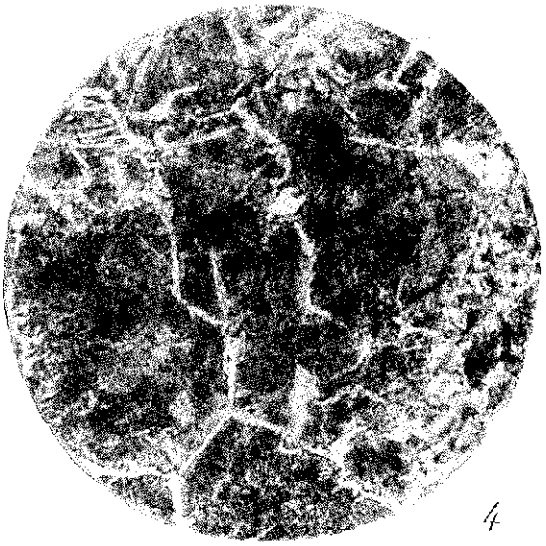


Рис. 107. Микроструктура

1 — лезвия меча, Михайловское-3, сварочный шов, ув. 100; *2* — лезвия меча, Михайловское-5, сталь с содержанием углерода 1,1% (перлит с цементитом), ув. 100; *3* — лезвия наконечника копья, Терюшово-2, сварочный шов, ув. 100; *4* — лезвия наконечника копья, Приладожье-12, сталь в отожженном состоянии (перлит с ферритом), ув. 100; *5* — лезвия наконечника стрелы, Гнездово-19, линии сдвигов, ув. 100

термическая обработка; та же большая длина и малая толщина полотна клинка меча и лезвия косы. Различие только в том, что у косы наваривали одно лезвие, а у меча — два.

Ремесленник, владевший необходимым комплексом технических знаний и навыков для производства косы (следует оговорить, что наши косы относятся к XI—XII вв., но все элементы их технологии были известны и в X в.), мог совершенно свободно с этими же знаниями, опытом и инструментами, т. е. с данной техникой производства, изготовить и клинок меча.

Итак, технология производства многих орудий труда, инструмента и оружия показала нам, что технический уровень металлообрабатывающего ремесла в IX—X вв. был не таким уж захудалым и отсталым (вспомним технологию производства ножей с вваренными стальными лезвиями), чтобы при производстве мечей русским людям необходимо было обращаться к иноземным мастерам Запада или Востока. Каких-либо технологических трудностей и секретов в производстве клинков мечей, неизвестных русскому кузнецу-оружейнику, не было.

Во второй части настоящей работы мы для характеристики металла, применявшегося в древней Руси, привели таблицу результатов спектрального полуколичественного анализа металла некоторых древнерусских изделий. Спектральному анализу среди ряда вещей были подвергнуты мечи и разные изделия из Гнездовских курганов и мечи из курганов у с. Михайловского.

Как нам известно, болотные и луговые руды при своем генезисе иногда концентрируют вместе с окислами железа и окислы таких металлов, как никель, титан, молибден и хром. При восстановлении железа часть этих окислов восстанавливается и переходит в металл. В металле изделий с территории Смоленщины мы наблюдаем очень часто присутствие в небольших количествах, как естественной примеси, никеля. Кроме того, во всех изделиях обнаружены следы хрома. Но он не является характерным, так как сопровождает болотные и луговые руды почти на всей территории древней Руси. Никель же на юге и на севере древней Руси встречен лишь по одному разу. Кроме того, никель встречен по одному разу во Владимирских и Михайловских курганах. Приведем данные химического состава по никелю металла изделий из Гнездовского и Михайловского могильников, которые были подвергнуты спектральному анализу:

Шифр	Наименование	Никель, %
Гнездово-11	Меч	Следы
Гнездово-13	Меч	Следы
Гнездово-16	Копье	0,17
Гнездово-4	Ножницы	Нет
Гнездово-17	Стрела	Нет
Гнездово-18	Стрела	0,6
Гнездово-19	Стрела	Нет
Гнездово-1	Нож	Нет
Гнездово-2	Нож	Нет
Гнездово-3	Нож	0,1
Гнездово-5	Топор	0,1
Гнездово-7	Заклепка	0,1
Гнездово-8	Заклепка	Нет
Гнездово-9	Заклепка	0,1
Гнездово-10	Гвоздь	Следы
Михайловское-3	Меч	Нет
Михайловское-4	Меч	Нет
Михайловское-5	Меч	Следы
Михайловское-6	Меч	Нет

Из 15 исследованных предметов инвентаря Гнездовских курганов в 9 изделиях, в том числе в обоих мечах, оказалась примесь никеля. Я напоминаю, что примесь никеля носит естественный характер. Это явление позволяет нам сделать вывод о том, что мечи, копье, стрела, нож, топор, заклепки и гвозди сделаны из металла, происходящего из одного геологического района.

Если мы не имеем основания говорить о производстве исследованных гнездовских вещей в древнем Смоленске, так как у нас нет анализа болотных руд на прилегающих районах, то можем утверждать, что мечи и другие названные вещи (они происходят из разных курганов) сделаны металлургами и кузнецами одного промышленного района древней Руси.

Кто же были эти металлурги и кузнецы? В работе Д. А. Авдусина о Гнездовских курганах[1] убедительно доказано, что весь инвентарь Гнездова (кроме курганов № 74 раскопок Сергеева и 59 раскопок Соколова) является местным, т. е. принадлежит славянам и, в частности, смоленским кривичам,

[1] Д. А. Авдусин. Варяжский вопрос по археологическим данным. КСИИМК, в. XXX, стр. 3.

и выделывали его, вполне естественно, местные славянские кузнецы. Не являлись исключением и мечи.

В металле одного из четырех мечей Михайловских курганов (Михайловское-5) также обнаружен никель. В нашей исторической и археологической литературе существует несколько теорий о заселении славянами Ярославского Поволжья. Одна из них считает, что этот край был колонизован смоленскими кривичами [1]. Если совпадение состава металла одного меча с металлом гнездовских мечей и других изделий не дает еще нам права решать вопрос о направлении колонизации, то во всяком случае мы можем наметить разрешение этого вопроса путем массового спектрального анализа как изделий из Михайловских курганов, так и местных руд. И мы, возможно, обнаружим часть инвентаря, привезенного из Смоленской земли, и часть уже изготовленного на месте. Это же относится и к Владимирским курганам, где также в одном изделии (Владимир-8) был обнаружен никель.

Изучение ювелирной техники изготовления украшений перекрестья рукояти и навершия древнерусских мечей и их художественного стиля, а также изучение наконечников ножен дает нам ряд доказательств об изготовлении этих деталей меча на Руси. Этот сюжет был подробно изучен Б. А. Рыбаковым. «В нашем распоряжении есть бесспорные доказательства того,— пишет Б. А. Рыбаков,— что по крайней мере рукояти мечей изготавливались в русских городах» [2]. Приведем примеры. Рукоять меча, очень хорошей сохранности из погребения дружинника близ Золотых Ворот в Киеве, была обложена чеканной серебрянной полосой. Чеканный и гравированный узор этой полосы совершенно аналогичен по технике и стилю узора на одном из турьих рогов из Черной Могилы. Звериный и растительный орнамент, украшающий меч из Черной Могилы, обычен для русского искусства IX—XI вв. О рукоятке меча из Черной Могилы даже такой недоброжелатель русских древностей, как шведский археолог Т. Арне, в руках которого все древнерусские вещи превращаются в скандинавские, писал: «Этот тип меча родился, по всей вероятности, в России под влиянием Востока» [1].

У многих восточных писателей IX—XI вв. имеются упоминания о вооружении русов и,

Рис. 108. Рукоять древнерусского меча из Михайловских курганов (Михайловское-6)

в частности, о мечах. Я остановлюсь лишь на двух авторах — Ал-Бируни и Ибн-Фадлане.

У выдающегося ученого-энциклопедиста, хорезмийца Ал-Бируни, в трактате «Книга собрания (очерков) о познании драгоценных камней», написанном в 1048 г., содержится небольшая глава, посвященная железу. В этой главе Бируни несколько раз говорит и о мечах русов.

---

[1] Д. А. Авдусин. Ук. соч., стр. 13.

[2] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 224.

[1] T. Arne. La Suède et l'Orient. Upsala, 1914, стр. 31.

В начале главы, классифицируя металл, Бируни пишет: «Из шабуркана мечи румейцев, русов и ас-сакалабов» [1]. Шапуркан, как уже говорилось, называется сталь, полученная непосредственно в сыродутной печи или цементированная в горне. Четыре раза Бируни говорит о материале русских мечей, и всегда это — шапуркан.

В другом месте Бируни останавливается на мечах русов подробнее. Приведу весь текст: «Русы выделывали свои мечи из шапуркана, а долы посредине их из нармохана, чтобы придать им прочность при ударе, предотвратить их хрупкость. Ал-фулад (сталь) не выносит холода их зим и ломается при ударе. Когда они познакомились с фарандом (т. е. с узорчатым булатом.— *Б. К.*), то изобрели для долов плетенье из длинных проволок, (изготовленных) из обеих разновидностей железа — шабуркана и женского (т. е. железа). И стали получаться у них на сварных плетеньях при погружении (в травитель) вещи удивительные и редкостные, такие, какие они желали и намеревались получить» [2].

Особая важность этих текстов заключается прежде всего в сообщении Бируни о производстве мечей у русов. Вероятность подобного утверждения подкрепляется точным знанием Бируни ряда мелких подробностей технологии производства мечей, которые нами прослежены и изучены на археологических образцах древнерусских клинков.

«Русы выделывали свои мечи из шапуркана, а долы посредине их из нармохана». Долы имеются на всех известных нам древнерусских мечах. Наварка лезвия из шапуркана (т. е. стали) на основу клинка, сделанную из нармохана («железа») или сваренную из стали и железа, мы обнаружили на 10 клинках из 12 исследованных. Как мы видели, это был основной технологический прием изготовления качественных изделий в древней Руси.

«Когда они познакомились с фарандом, то изобрели для долов (т. е. основы клинка.— *Б. К.*) плетенье из длинных проволок, (изготовленных) из обеих разновидностей железа — шабуркана (стали) и женского (т. е. собственно железа)». Подобная технология сложноузорчатой сварки нами обнаружена на двух мечах (Гнездово-15, Михайловское-5). Кроме того, мне известны два меча из коллекции ГИМ типа IX—X вв., но, к сожалению, с потерянными паспортами, на которых виден узор в слочку, идущий вдоль дола клинка.

Другой автор, Ибн-Фадлан, посол халифа Муктадира в Волжскую Булгарию в начале X в. (922 г.), в рассказе о своем путешествии в Великие Болгары описывает русов, которых он встретил на Волге. Ибн-Фадлан описывает и их вооружение. В русском переводе рассказа говорится: «Мечи их (т. е. русов.— *Б. К.*) плоские, с бороздками, франкские» [1]. Эта фраза перевода сочинения Ибн-Фадлана часто служила норманистам доказательством иноземного происхождения вооружения русских дружинников. Чтобы понять это место у Ибн-Фадлана, мы должны коротко ознакомиться с историографией перевода слова «ифрандж»; оно у арабских авторов обозначало европейцев в широком смысле, как жителей Европы.

Расмуссен и Френ это место так и переводили — «von europäischer Arbeit» [2], т. е. европейской работы, европейского типа.

Но позже, когда в европейской археологической литературе стали широко известны мечи, получившие условное название франкских, так как некоторые авторы считали, что их изготовляли где-то на западе или востоке Франции, то стали уточнять слово «ифрандж» и переводить его как «франкские». Автор последнего русского перевода А. П. Ковалевский, хорошо зная смысл слова, который арабисты придавали понятию франки, последовал за германофилом Валидовым, который в одной из своих работ пытался доказать, что все оружие, упоминаемое арабскими писателями, является германским: «под Farang известными своими мечами (это далеко еще не известно.— *Б. К.*), следует понимать собственно франков, а не европейцев вообще, как это делали Френ и другие» [3].

---

[1] А. М. Беленицкий. Ук. соч., стр. 140.
[2] Там же, стр. 142.

[1] Путешествие Ибн-Фадлана на Волгу. М.— Л., 1939, стр. 78. А. Я. Гаркави. Сказания мусульманских писателей о славянах и русских. СПб., 1870, стр. 100.
[2] C. Frähn. Ibn-Foszlan's und anderer Araber Berichte über die Russen älteren Zeit. St.-Pet., 1823.
[3] A. Z. Validi. Die Schwerter der Germanen... ZDMG, Bd. 90. 1936, S. 22.

Такая тенденциозность перевода искажает весь смысл фразы Ибн-Фадлана. Ибн-Фадлан едва ли знал о местных центрах производства мечей в Европе (а как мы знаем, их было множество во Франции, Германии, Скандинавии, Италии и, конечно, на Руси), а хотел лишь только отметить, что эти мечи не восточной, а европейской работы.

А как нам известно, восточные мечи по технике производства и некоторым деталям конструкции отличались от мечей европейского изготовления (включая, естественно, сюда и Восточную Европу).

На Востоке мечи изготовлялись в подавляющей массе цельностальными, из тигельной стали (ал-фулад или ал-фаранд — булатная сталь [1]), а в древней Руси сварными из железа и цементованной стали (см. Бируни).

Итак, более верный по смыслу перевод этого места из Ибн-Фадлана таков: «Мечи их плоские, с бороздками (с долами), европейские (европейского типа)».

Оканчивая обзор техники производства мечей в древней Руси, следует еще указать, что распространенный в Западной Европе прием ставить на клинках мечей надписи или тамгообразные знаки, вероятно как марки отдельных ремесленников, отсутствовал у русских оружейников. Среди известных нам более 70 мечей только на семи мечах были обнаружены клейма. На шести мечах — 5 мечей выловлены из Днепра при работах на Днепрострое [2] и один меч найден около Херсона [3] — были надписи франкских мастеров Ulfberht или тамгообразные знаки, часто встречающиеся на западноевропейских мечах. А на одном мече из Гнездовских курганов [4] имелось клеймо, совершенно неизвестное в Западной Европе. Перед нами, вероятно, попытка русского оружейника ставить клейма на своей продукции, которая не привилась у других его соотечественников.

При широкой международной торговле, которую вела древняя Русь, среди импортных товаров могли встречаться и мечи. Примером западноевропейских мечей, попавших на Русь, являются мечи из Днепростроя и Херсона. Примером восточного импорта, возможно, являются «мечи харалужные».

Но мечи, попавшие на Русь среди импорта из Западной Европы и с Востока, были исключениями, и не могли служить основой вооружения многочисленных дружин русских князей.

Итак, на основании всего сказанного о мечах, мы можем считать, что мечи для своих соотечественников воинов-дружинников, оборонявших границы молодого русского государства, и для продажи зарубежным соседям, ковали русские городские и вотчинные кузнецы-оружейники, не уступавшие в технике производства и художественных вкусах ни западным, ни восточным мастерам. В этой связи нам становятся понятными и реальными известия Ибн-Хардадбе, писавшего в середине IX в.: «что же касается купцов русских — они же суть племя из Славян — то они вывозят меха выдры, меха лисиц и мечи (разрядка моя.— *Б. К.*) из дальнейших концов Славонии к Румейскому морю» [1].

Копье. Основным массовым оружием древнерусского войска было копье. Им вооружались все воины. Возможно, этим объясняется терминология исчисления войск: «и бысть же у поганых 900 копий, а в Руси — 90 копий» [2]. А. В. Арциховский считает, что «копье» означало отдельного воина [3].

Среди археологического материала копья встречаются довольно часто. Из предметов вооружения, после стрел, это наиболее массовая находка. Мы их находим чаще всего в погребениях, но иногда и в городских и городищенских слоях.

Форма и конструкция копья, подобно мечу, была также общеевропейской. На Киев

---

[1] Б. А. Колчин. Несколько замечаний к главе «О железе» минералогического трактата Бируни. КСИИМК, вып. XXXIII, стр. 147.

[2] В. И. Равдоникас. Надписи и знаки на мечах из Днепростроя. Известия ГАИМК, вып. 100.

[3] А. Тахтай. Франкский меч Херсонского музея. ПИДО, 1935, № 5—6.

[4] В. И. Сизов. Курганы Смоленской губ. СПб., 1902, стр. 70 и 127. Моя попытка найти это клеймо на находящихся в настоящее время в ГИМ гнездовских мечах не увенчалась успехом.

[1] А. Я. Гаркави. Ук. соч., стр. 49.

[2] ПСРЛ, II, стр. 558.

[3] А. В. Арциховский. Русское оружие X—XIII вв., стр. 11.

щине, в Смоленщине, в Новгородских землях и в верховьях Волги мы встречаем одни и те же формы (рис. 109).

Распространенными были в основном два типа — листовидные и ромбовидные. Размеры по длине колебались от 100 до 650 мм[1]. Более легкие копья предназначались для пешего воина, а большие, массивные при-

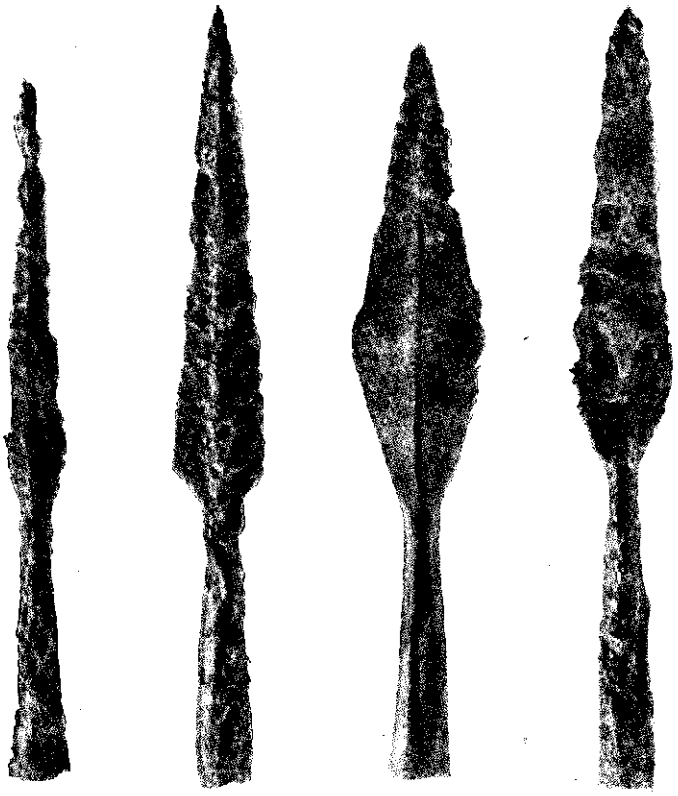


Рис. 109. Наконечники копий

менял воин конный. Копья делались втульчатые; правда, встречаются, но очень редко, черенковые. Это, вероятно, сулицы. Форма сечения древнерусских копий была овальная, ромбовидная, треугольная, ромбовидная с оттянутыми углами и овальная с долом на широкой стороне. Втулкой копье надевалось на древко. Судя по остаткам древков, иногда встречающихся в курганах, их длина колебалась от 1,5 до 2,0 м. Чтобы копье не соскакивало с древка, во втулке делалось отверстие, через которое в древко вгоняли гвоздь или заклепку.

В бою копье применяли для колющего удара, а не для метания[1]. Метательным оружием служила сулица.

Технологически были изучены 25 втульчатых копий с 14 археологических памятников. На всех копьях был произведен металлографический анализ. Шлифы делались на поперечном сечении лезвия копья и иногда на втулке (рис. 110). При этом обнаружились следующие структурные схемы (рис. 111).

А. Многослойная сварка, с выходом на режущие грани лезвия стальной полосы. Обнаружена на четырех экземплярах.

Б. Наварка стальных лезвий на железную основу копья. Обнаружена на пяти экземплярах.

В. Цельностальные лезвия. Обнаружены на 11 экземплярах.

Г. Цементация лезвия. Обнаружена на двух экземплярах.

Кроме того, на трех образцах обнаружена однородная ферритная структура.

Технология изготовления копья с многослойным лезвием обнаружена на образцах Владимир-14, Бисерово-1, Стерженское-1, Лядинский-3. Такое копье кузнец изготовлял в три приема. Сначала изготовлялось само лезвие (перо) копья. Две железные и одну стальную полосы кузнец сваривал и вытягивал в полосу, приближающуюся по длине и ширине к размерам будущего лезвия. Потом он отдельно из железа изготовлял втулку. Из пластины, на круглой конической оправке или роге наковальни, кузнец сгибал втулку и затем сваривал. Сварочный шов делался внахлест или косой — встык. Затем во втулку вваривалась заготовка лезвия, после чего лезвию обточкой на циркульном точиле придавали окончательную форму.

Предпоследней операцией была термическая обработка, после чего копье полировали и окончательно затачивали.

Подобную технологию имели и копья с наварными стальными лезвиями. Но на небольших копьях втулку и лезвие иногда делали из одного куска металла. Один конец бруска расковывали в клинообразную пластину, из которой затем сгибали втулку, и ее сваривали. На другой конец

[1] Л. Спицын. Курганы СПб. губ. в раскопках Л. Ивановского, стр. 34 или массивное копье из КГИМ (коллекции № 32578) длиной 500 мм.

[1] А. В. Арциховский. Русское оружие X—XIII вв. Доклады и сообщения исторического факультета МГУ, вып. 4, Москва, 1946, стр. 11.

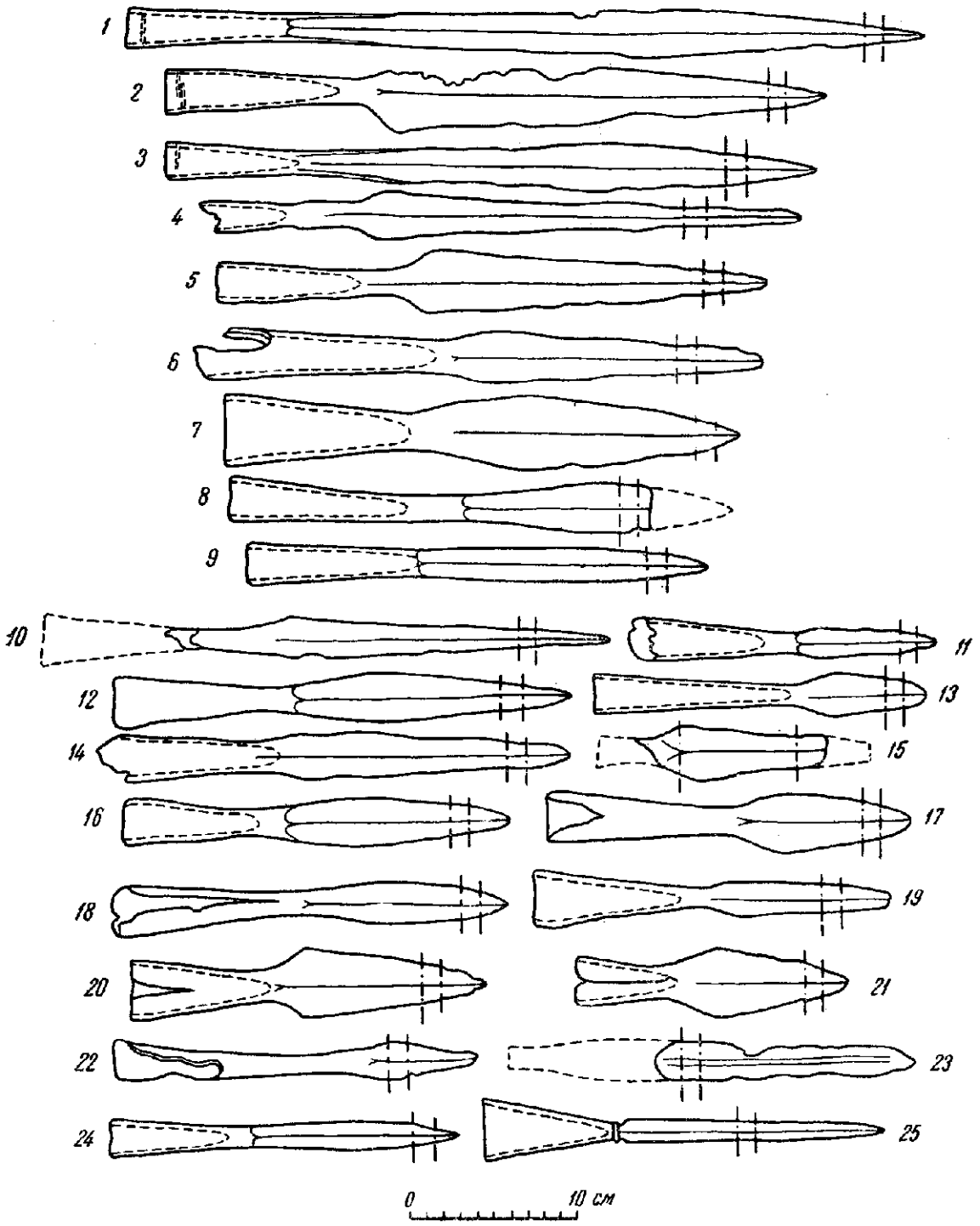


Рис. 110. Расположение шлифов на исследованных наконечниках копий

1, 2, 3, 5, 22, 24 — Приладожские курганы: *4, 8, 10* — Новгородские курганы; *6, 20* — Подболотьевский могильник; *7* —курганы у дер. Терюшово: *9, 18, 21* — Владимирские курганы: *11* — курганы у с. Бисерово; *12* — Максимовский могильник; *13* — городище Глазовского района; *14* — Михайловские курганы; *15* — Стерженское городище; *16, 17* — Лядинский могильник; *19* — курганы у дер. Заславль; *23* — Гнездовские курганы; *25* — Княжая Гора

бруска наваривали две стальные полосы, после чего лезвие вытягивали и термически обрабатывали.

Из 22 копий на 11 экземплярах лезвия оказались цельностальными. Выбор древнерусскими кузнецами такой технологии оказался не случайным. Лезвие (перо) копья часто подвергается изгибающим нагрузкам и, следовательно, кроме твердости режущих граней, оно должно обладать достаточной продольной упругостью. Этим условиям полностью отвечает технология многослойной сварки или наварки стальных лезвий на железную основу. Но так как копья имели относительно большой размер, что усложняло технику изготовления и, главное, широкий спрос, то некоторые кузнецы стали упрощать технологию, заменяя наварное лезвие цельностальным, но из стали неоднородного строения, т. е. более сырой, чем обычно они употребляли на качественные изделия. От этого изменения технологии качество копий ухудшалось не на много, но стоимость изделия значительно снижалась.

Из 22 копий со стальными лезвиями термическую обработку или ее следы сохранили 14 лезвий. Девять лезвий (Приладожье-12, -13, -16, -17, Владимир-14, Лядинский-2, -3, Новгор. кург.-22, Заславль-1) до нас дошли в состоянии сорбита. Лишь пять из них происходят из курганов с трупосожжением. Два копья (Гнездово-16, Глазов-11) сохранили закалку на мартенсит, три (Новгор. кург.-21, Бисерово-1, Терюшово-2) дошли в состоянии троостита. Таким образом, мы видим, что основной режим термической обработки лезвия копья — закалка с отпуском (на троостит и сорбит).

Сталь на наварные лезвия бралась среднеуглеродистая с содержанием углерода 0,5—0,8%. Изученные нами копья в основном относятся к X—XI вв. Технология про-

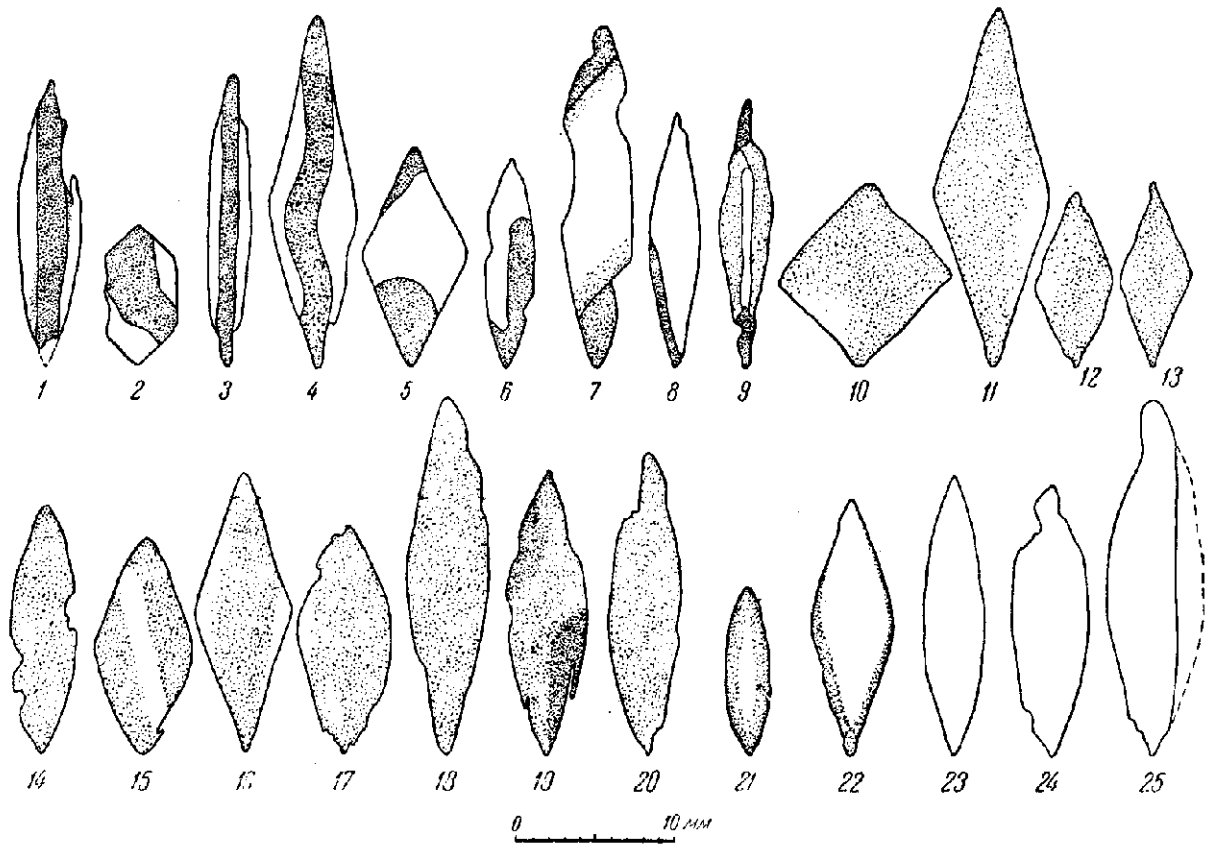


Рис. 111. Технологическая схема лезвий наконечников копий

Многослойная сварка: *1* — Владимир-14; *2* — Бисерово-1; *3* — Стерженское-1; *4* — Лядинский-3. Наварка стальных лезвий: *5* — Новгор. кург.-21; *6* — Приладожье-12; *7* — Гнездово-16; *8* — Терюшово-2; *9* — Глазов-11. Цельностальные лезвия: *10* — Новгор. кург.-22; *11* — Новгор. кург.-23; *12* — Приладожье-13; *13* — Приладожье-16; *14* — Владимир-16; *15* — Михайловское-7; *16* — Княжая-28; *17* — Подболотье-5; *18* — Подболотье-6; *19* — Заславль-1; *20* — Лядинский-2. Цементация лезвия: *21* — Приладожье-17; *22* — Максимовский-4. Железные: *23* — Приладожье-14; *24* — Владимир-15; *25* — Приладожье-15

изводства копий из дружинных и деревенских курганов совершенно одинакова.

Наконечники стрел. Лук и стрелы с древнейших времен, в течение многих тысячелетий, были основным оружием дальнего боя. Сначала как охотничье, потом и как боевое оружие лук применялся вплоть до изобретения огнестрельного оружия. Среди боевых господствовала ромбовидная форма, но применялись и другие типы (например, бронебойные различных форм). Наконечники с древком скреплялись посредством черенка, которым они вставлялись в торец древка. Впрочем, известны и втульчатые наконечники, но они очень редки.

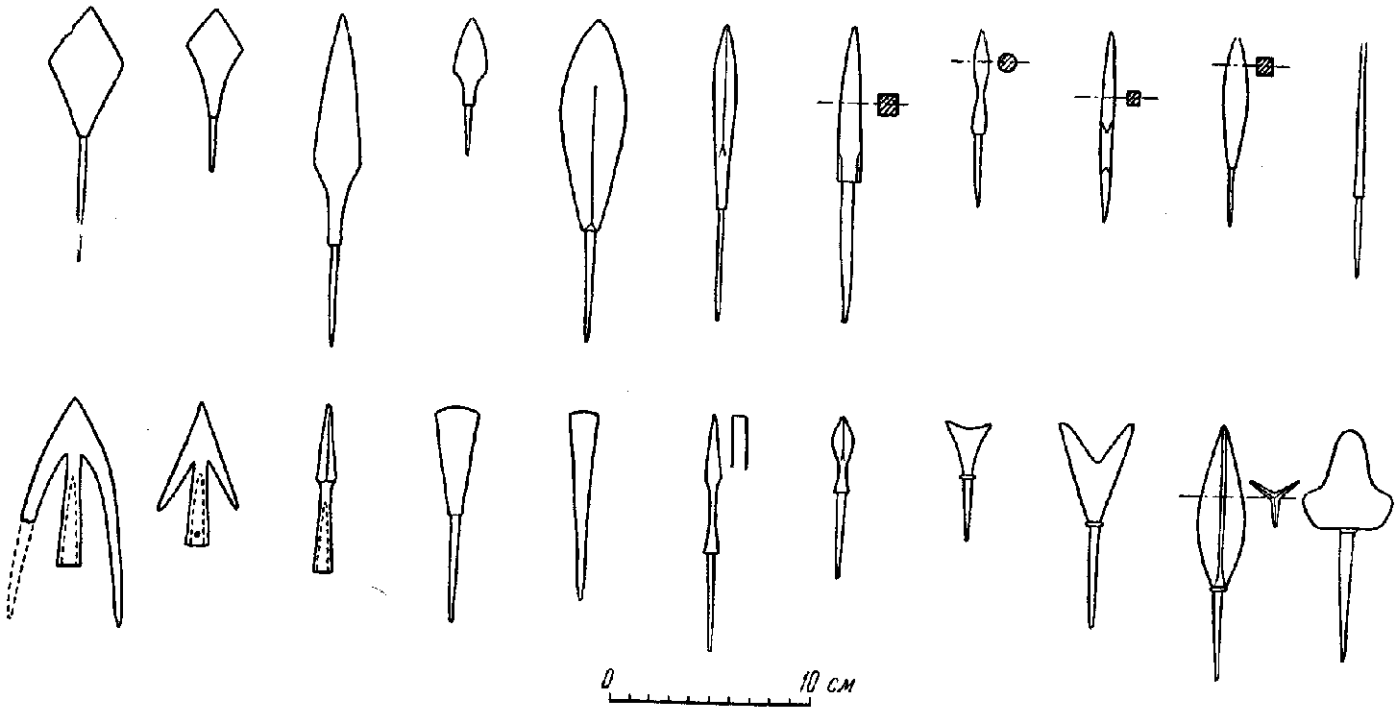


Рис. 112. Типы древнерусских наконечников стрел

В обоих вариантах это оружие широко применялось в древней Руси. Из железа делались только наконечники стрел. Сам лук и древко стрелы изготовлялись из дерева. Вполне понятно, что деревянные части среди археологического материала до нас дошли только в исключительных случаях. Зато железные наконечники стрел представлены многими тысячами экземпляров. Особенно много мы встречаем их в городских и городищенских слоях. Например, на Райковецком городище найдено только целых и хорошо определимых наконечников 1613 экземпляров [1]. Во время боя, особенно при осаде, противники выпускали такое обилие стрел, что летописец записывал: «Идяху стрелы акы дождь» [2].

Форма и размеры стрел, особенно охотничьих, были очень многообразны (рис. 112).

Размеры наконечников варьировали от маленьких, миниатюрных, длиной 50 мм, до больших, массивных, длиной 175 мм. По сечению лезвия стрелы делались овальные, ромбовидные, квадратные, круглые, треугольные. Большинство стрел однолерые, но иногда изготовлялись и трехперые. В наконечниках стрел исследователя поражает высокая техническая культура кузнечного производства, тонкая обработка конструктивных и орнаментальных элементов. Особенно это заметно на стрелах из дружинных погребений с трупосожжением. Образовавшаяся на стреле окалина предохраняла ее от коррозии. Стрелы из этих погребений предстают перед нами в их первоначальном виде, с тонко отточенным лезвием, шлифованной поверхностью пера и тщательной отделкой деталей.

Микроструктурному анализу были подвергнуты 11 наконечников стрел с шести археологических памятников. Шлифы

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 145.
[2] ПСРЛ, I, стр. 115.

делались на поперечных сечениях лезвия (рис. 113). На двух образцах дополнительно были сделаны шлифы на продольном сечении. Обнаружены следующие структуры:

А. Цельностальная. Обнаружена на одном образце.

Б. Цементованная. Обнаружена на одном образце.

В. Цельножелезная. Обнаружена на девяти образцах.

Цельностальная структура обнаружена на наконечнике стрелы с Княжей Горы (Княжая-26). Стрела боевая, бронебойная, пирамидальная. Общая длина 115 мм, длина лезвия 53 мм. Сечение квадратное. Размер в самом широком месте 9×9 мм. Поперечный шлиф сделан в середине лезвия и продольный от разреза до конца. На обоих шлифах обнаружена сталь одинакового строения. Ее структура — сорбит с ферритом. Содержание углерода колеблется от 0,25 до 0,35%.

Цементованная структура обнаружена также на стреле с Княжей Горы (Княжая-27). Стрела боевая. Общая длина 95 мм, длина лезвия 55 мм. Сечение квадратное. Размер сечения 5,5×5,5 мм. Поперечный шлиф сделан в середине лезвия и продольный — от разреза до конца. На обоих шлифах обнаружилась структура цементации. По всей поверхности лезвия на глубину около 1 мм идет цементованный слой, затем он переходит в феррит чистого строения. Структура цементованного слоя — сорбит. У поверхности — тонкая сетка цементита. Содержание углерода около 1,1%. Микротвердость 440 единиц по Виккерсу.

На остальных девяти стрелах (Рязань-12, Приладожье-18, Гнездово-17,-18,-19, Княжая-24, -25, Сарское-6, Глазов-12) структуры оказались цельножелезными. Часть этих стрел охотничьи, а часть — боевые ромбовидные.

Из механических операций в производстве стрел наиболее интересны операции с применением обжимок и штампов. Многие стрелы при переходе лезвия в черенок имели фигурные, геометрически точно изготовленные бортики и венчики (рис. 114). Сделать подобные фигуры в изделии возможно только обжимкой или штампом. Обращают на себя внимание симметричность лезвий и очень тонкая заточка острия. Такая высокая кузнечная техника изготовления наконечников стрел была возможна лишь при массовом и специализированном их производстве.

Как мы видели, основная масса изготовлялась из обычного железа. Иного материала здесь и не требовалось. Для разового применения стрелы стойкость железного наклепанного лезвия была вполне достаточна. А о том, что применялся в стрелах холодный наклеп острия, свидетельствует структура стрелы из Гнездовских курганов

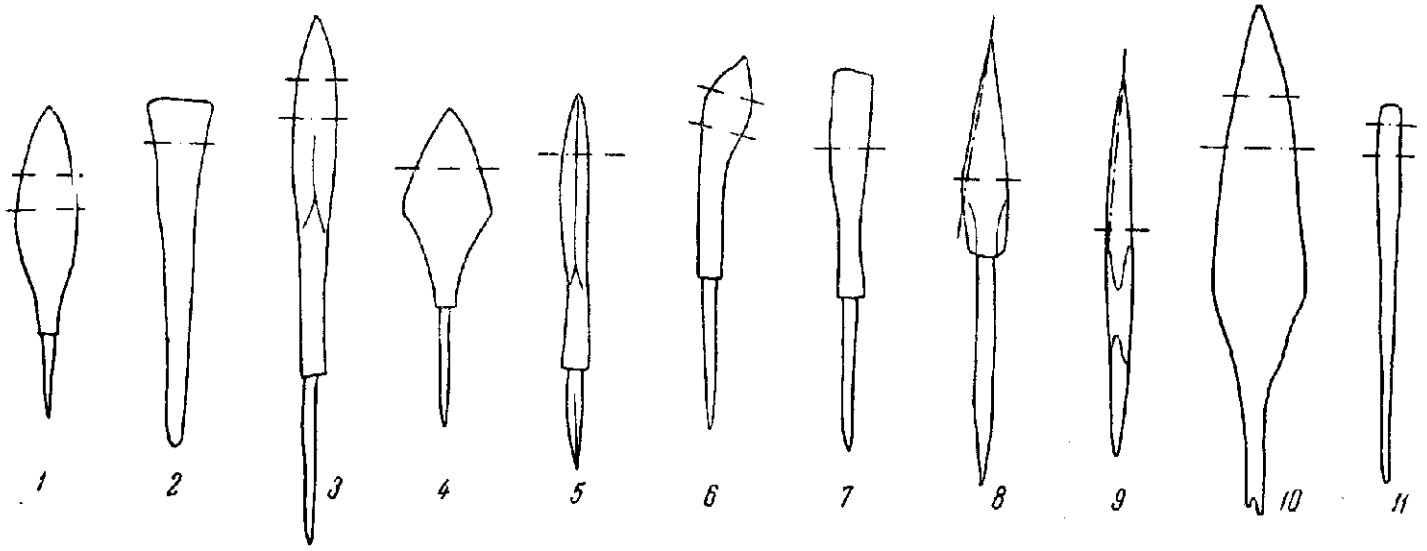


Рис. 113. Расположение шлифов на исследованных наконечниках стрел

1 — Старая Рязань; *2* — Приладожские курганы; *3—5* — Гнездовские курганы; *6 — 9* — Княжая Гора; *10* — Сарское городище; *11* — городище Глазовского района

(Гнездово-19) [1]. На рис. 107, *5* представлена микроструктура лезвия этой стрелы. Видимые в левой части снимка беспорядочные линии, называемые линиями сдвигов, характерны для металла, подвергшегося сильному холодному наклепу.

Специальный тип боевых стрел — бронебойный — изготовлялся из стали или железа с последующей цементацией. Оба экземпляра подобных стрел из 11 нами исследованных имели сталистую структуру. На обоих экземплярах сохранились следы термической обработки.

О закалке стрел свидетельствуют и некоторые литературные источники. В «Слове о полку Игореве» есть такое место: «С вечера до света летят стрелы каленые». То, что наконечники боевых стрел термически обрабатывались, мы видели на стрелах Княжая-26, -27. Но основная масса стрел делалась из железа и, следовательно, закаливаться не могла.

Встречаются в «Слове о полку Игореве» и «злаченые стрелы». Известны «злаченые стрелы» также и среди археологических материалов. Один наконечник железной стрелы ланцетовидной формы с позолоченной поверхностью был найден на Райковецком городище [2]. Вероятнее всего, золотились парадные стрелы наподобие парадных инкрустированных боевых топориков.

Боевые топорики. Дополнительным оружием к копью у пешего и конного воина являлся топор. Массовые ополчения вооружались также топорами, чаще всего это были обычные плотничные топоры. Но воины-профессионалы применяли и специально сделанные особой формы боевые топорики.

Разнообразные по форме топорики были всегда легки по весу, с вытянутым и изогнутым лезвием и удлиненным клевцом на обухе (рис. 115).

Среди археологического материала боевые топорики встречаются в погребениях и в городищенских слоях.

Микроструктурному изучению были подвергнуты пять боевых топориков с четырех археологических памятников.

Шлифы делались на продольном сечении

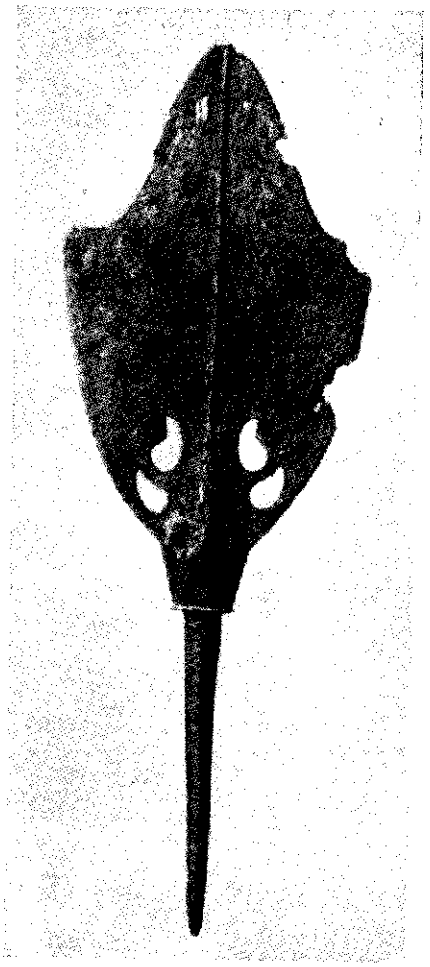


Рис. 114. Наконечник стрелы, свистящей при полете

лезвий и дополнительно на поперечном сечении клевца (рис. 116). На трех топориках (Владимир-17, Глазов-13, Речица-12) обнаружились наварные стальные лезвия. На одном экземпляре (Михайловское-8) лезвие оказалось цельностальным, и на одном топорике (Владимир-18) обнаружилось сварное лезвие из двух половинок, сделанных из малоуглеродистой стали (рис. 117).

Технология изготовления топоров нами описывалась выше. Технология боевых топориков аналогична описанной, только здесь вместо одной длинной полосы брали две полосы, сваривали верхнюю и нижнюю части, оставляя в середине проушину. Последующие операции были совершенно аналогичны технологии простых топоров.

[1] При сильном нагреве металла наклеп, подобно закалке при отжиге, пропадает. На стреле Гнездово-19 он сохранился, следовательно, стрела непосредственно в пламени костра не находилась и высокому нагреву не подвергалась.

[2] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 95.

Все пять топориков имели стальные лезвия. Термическую обработку сохранили три лезвия. Два топорика (Речица-2, Глазов-13) закалены на мартенсит и троостит, один (Михайловское-8) сохранил сорбитное состояние.

Часто клевец и обушная часть боевого топорика (например, у Михайловское-8) имели фигурные бортики, венчики и т. п. декоративные украшения. В кузнечном производстве выполнение таких деталей возможно лишь с применением обжимок и штампов. Вероятно, для придворных церемоний применяли богато украшенные, парадные боевые топорики. Нам известно несколько экземпляров таких топориков.

Один из таких экземпляров, сделанных из черного металла (железо или сталь), на обеих сторонах лезвия и щеках обуха покрыт серебром (листовым серебром, техникой горячей набивки) и украшен гравировкой, позолотой и чернью. На щеках обуха изображена буква А, что позволило некоторым археологам видеть в этом инициал Андрея Боголюбского[1]. На лезвии изображен дракон, пораженный мечом, а на другой стороне — две птицы у так называемого древа жизни. Два топорика, сходные по технике производства, найдены в Старой Ладоге[1] и в б. Симбирской губернии[2]. Оба они бронзовые с железными (стальными) лезвиями. На топорике из Старой Ладоги изображены рельефом львы, а на топорике из б. Симбирской губ. имеется серебряная инкрустация узора из процветших крестов (рис. 118 и 119).

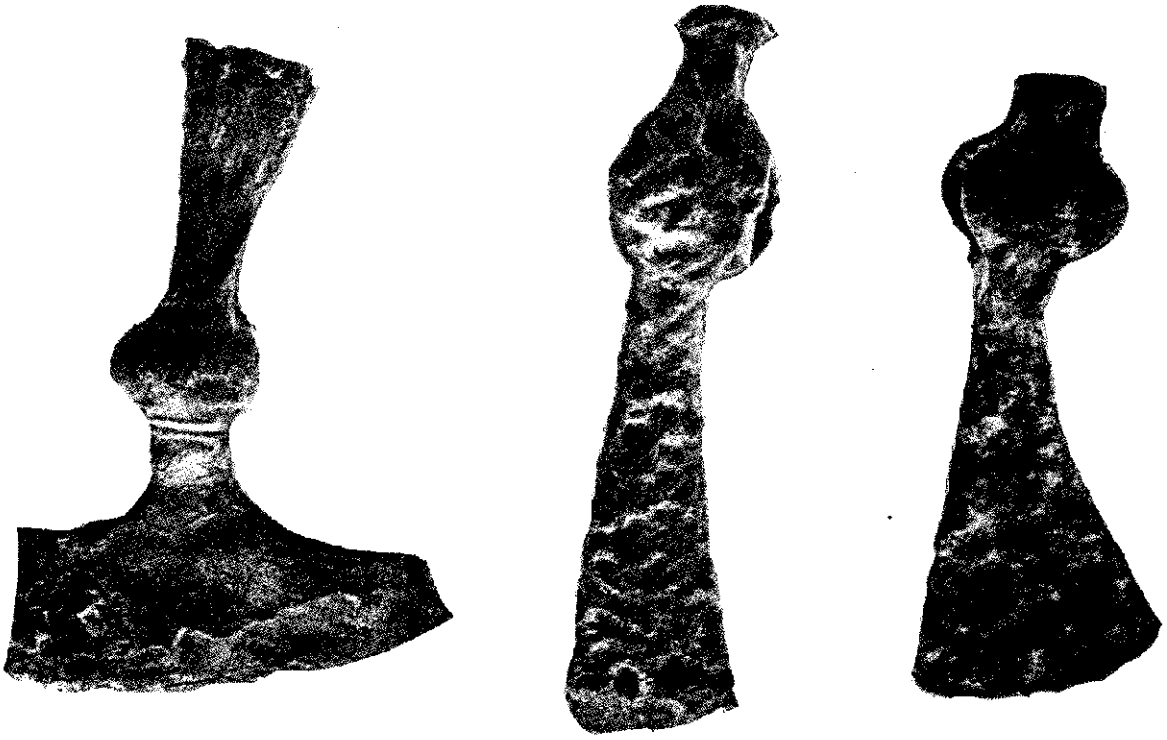


Рис. 115. Боевые топорики

В Среднем Приднепровье в XII—XIII вв. широко распространенным оружием являлась булава. Это — массивный, тяжелый предмет кубической или шарообразной формы с пирамидальными выступами. Булава надевалась на деревянную рукоять и служила для удара по голове или шлему. Изготовлялась булава из железа или бронзы. Бронзовые литые булавы имели шарообразную форму со множеством украшений и выступов. Они отливались полые, потом их заливали свинцом для утяжеления.

---

[1] В. И. Сизов. Древний железный топорик из коллекции Исторического музея. АИ и 3, 1897, № 5-6, стр. 145.

[1] W. Rawdonikas. Die Normannen der Wikingerzeit und das Ladogagebiet. Stockholm, 1930

[2] В. А. Городцов. Симбирский древний топорик. Труды Исторического музея, вып. 1, М., 1926 стр. 135.

Железные булавы выковывались более простых форм — куб с сеченными углами и отверстием для рукоятки. Их вес — около 200 г.

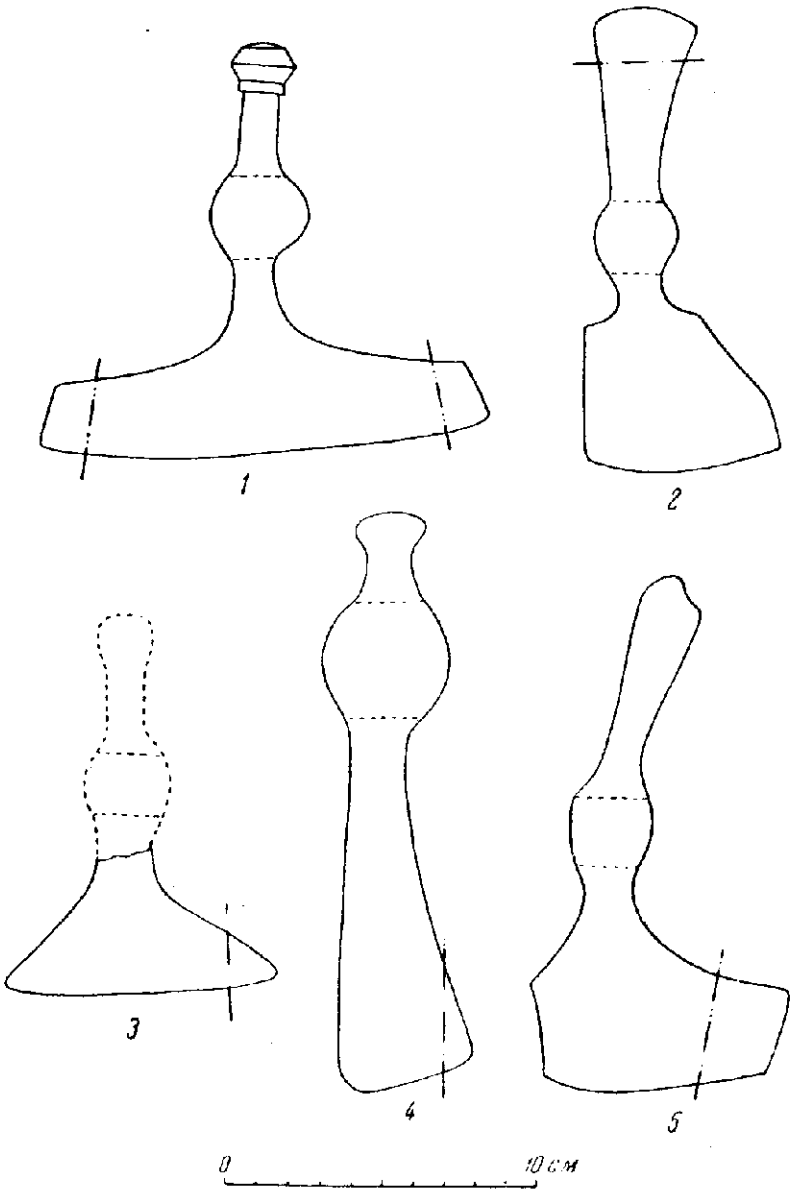


Рис. 116. Расположение шлифов на исследованных боевых топориках

1 — Михайловские курганы; 2, 4 — Владимирские курганы; 3 — городище Глазовского района; 5 — курганы у дер. Заужелье

Большое количество железных и бронзовых булав найдено на Княжей Горе, в Киеве, Райковецком городище и других памятниках.

Шлем. Из всего древнерусского оружия наиболее редкая археологическая находка — это шлемы. До нас дошли они в основном среди древностей дружинных курганов.

Уже в начале X в. господствует форма, которая просуществовала до XVII в., плавно изогнутого и вытянутого кверху шлема. Вверху он заканчивался стержнем, иногда переходящим во втулку для султана. Подобно мечам, шлемы также норманистами всех мастей объявлялись не русскими, на этот раз кочевническими, восточными. Достаточно подробно этот вопрос разобрал Б. А. Рыбаков и убедительно доказал русское происхождение большинства известных нам шлемов [1].

Шлем, кроме головы, должен был укрывать лицо и шею. Для защиты лица к передней части шлема прикреплялась «личина» в виде широкой металлической маски или козырек в виде длинной полосы, идущей вдоль носа и называемой «нос». Подобный нос хорошо сохранился на шлеме князя Ярослава Всеволодовича. Для защиты шеи сзади и по бокам прикреплялась кольчужная сетка, называемая «бармицей».

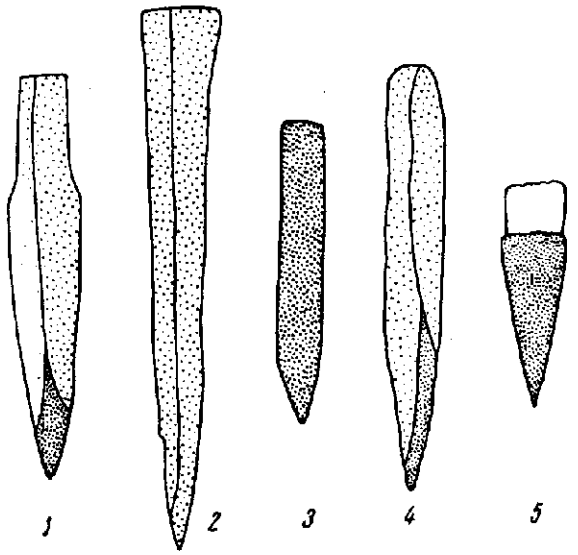


Рис. 117. Технологическая схема боевых топориков

Наварка стального лезвия: 1 — Владимир-17; 4 — Речица-2; 5 — Глазов-13. Цельностальное лезвие: 2 — Владимир-18; 3 — Михайловское-2

Так как древнерусские шлемы довольно подробно и неоднократно описаны в нашей

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 232.

археологической литературе[1], то я ограничусь лишь общим замечанием. Все шлемы IX—X вв. изготовлены из нескольких металлических пластин, соединенных между собой заклепками. Но в начале XII в. техника изготовления шлемов уже иная. Они изготовляются уже техникой штамповки с последующей выколоткой. Пример такой технологии — шлем Ярослава Всеволодовича, брошенный им в 1216 г. во время Липецкой битвы (рис. 120).

Один из обломков гнездовского шлема, находящегося в коллекции ГИМ (Гнездово-20), нами был подвергнут микроструктурному анализу. Шлиф обнаружил структуру феррита почти без шлаковых включений, т. е. железо очень чистого состава. Толщина каждого склепанного листа была около 0,9 мм. Диаметр заклепки (шлиф прошел через заклепочный шов) был около 1,3 мм. Заклепки в гнездовском шлеме поставлены довольно часто и очень хорошо расклепаны.

Рис. 118. Боевой топорик, приписываемый Андрею Боголюбскому

Рис. 119. Боевой топорик бронзовый, со стальным лезвием

После кузнечных работ, как в IX—X вв., так и в начале XIII в., шлемы богато украшались серебряными и золотыми накладками или железными орнаментированными полосками, как например гнездовский шлем. На накладках техникой чеканки наносились изображения, надписи и орнаменты. Шлем Ярослава Всеволодовича был

[1] В. И. Сизов. Гнездовский могильник. Стр. 65 и сл. Б. А. Рыбаков. Ук. соч., стр. 234. Б. А. Рыбаков. Древности Чернигова, МИА, т. 11, стр. 40. А. В. Арциховский. Русское оружие X—XIII вв., стр. 15, и другие авторы.

весь целиком предварительно набит серебряным листом. Надписи и изображения на этом шлеме говорят о несомненном русском производстве этого выдающегося произведения оружейного ремесла. Железная основа (возможно из малоуглеродистой стали) шлема выполнена очень сложной и трудоемкой техникой — штамповкой и выколоткой.

Щит был необходимой принадлежностью оборонительного доспеха древнерусского дружинника. В письменных источниках он очень часто упоминается неразрывно с мечом. В X в. щит, вероятно, наряду с мечом, был военным символом. Русские воины в 907 г., войдя в Царьград, «повесиша щиты своя в вратех показующе победу» [1].

Достоверных сведений об устройстве, форме и приемах применения древнерусского щита мы почти не имеем. В погребениях от щита до нас дошли только металлические части — умбон (пыж), закрепки, оковка и скобы для ремней. Только эти железные вещи среди других медных, деревянных и кожаных деталей щита были собственно кузнечной продукцией. Наиболее интересными со стороны техники изготовления являются умбоны. Умбон прикреплялся закрепками на внешней стороне в центре щита и служил для парирования удара меча по щиту. Формы умбона очень многочисленны. Среди археологических материалов мы встречаем умбоны шлемообразных, сферических, конических и просто плоских форм (рис. 121). В основном все они относятся к IX—X вв. По диаметру умбоны достигали размера 150 мм.

Изготовлялись умбоны из целого листа металла путем штамповки с последующей выколоткой. Материалом служило железо очень чистого строения. Микроструктурное исследование металла умбона (Гнездово-21) показало на шлифе ферритное строение средней зернистости, почти без шлаковых включений. Толщина стенок умбона колебалась в пределах 1—1,3 мм.

Кузнец-щитник делал заготовку умбона из круглой железной пластины соответствующего диаметра и веса путем многочисленных последовательных операций. Если умбон имел фигурную вершину (например, умбон из Приладожских курганов),

Рис. 120. Шлем князя Ярослава Всеволодовича

кузнец выколоткой специальным чеканом придавал ему окончательную форму. После этого отковывалось начисто кольцо основания умбона и пробивались отверстия для заклепок. Последней операцией была шлифовка. Мастер, закрепив готовый умбон на вращающейся круглой болванке, окончательно шлифовал его с внешней стороны. Шлифующим приспособлением могла служить тряпка или кусок пакли, обильно смоченные и посыпанные песком или другим абразивным материалом. Устройство и материал штампа нам неизвестны. Среди археологических памятников штампы не сохранились. Но, вероятнее всего, матрица была деревянная, а пуансон (вернее сама подушка) мог быть и железным, закрепленным на деревянной болванке, или также деревянным. Давление на пуансон могли производить простым рычагом или частыми ударами молотом.

[1] ПСРЛ, I, стр. 13.

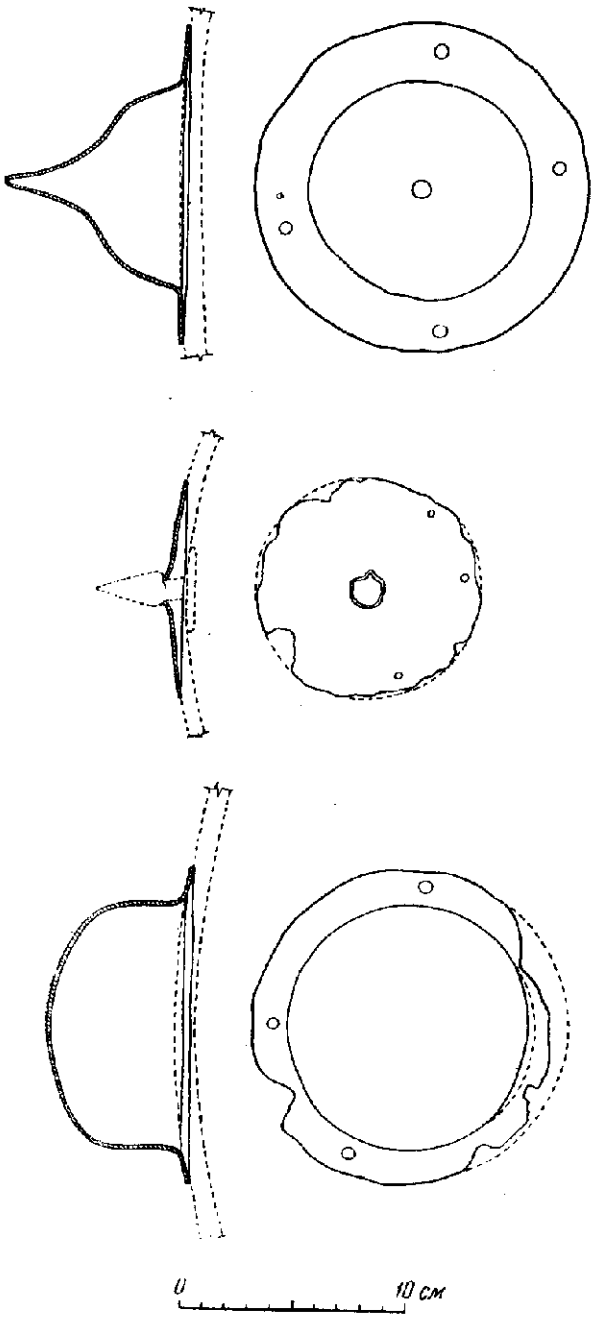


Рис. 121. Умбоны от щитов

Подобную технологию изготовления умбона на более поздних материалах XVI—XVII вв. проследил Я. С. Голицын [1].

Кольчуга. В оборонительном доспехе древнерусского профессионального воина большое значение имела кольчуга. Это была боевая одежда в виде рубашки из мелких, плотно сплетенных железных колец (рис. 122). Термин кольчуга возник позднее, во время Московской Руси, а в письменных источниках древней Руси кольчуга упоминается под термином «броня» [1]. Множество фрагментов, а иногда и целые кольчуги встречаются среди археологического материала. Особенно много до нас дошло кольчуг X в. в дружинных курганах (Черная Могила, Гульбище, Гнездово и т. п.).

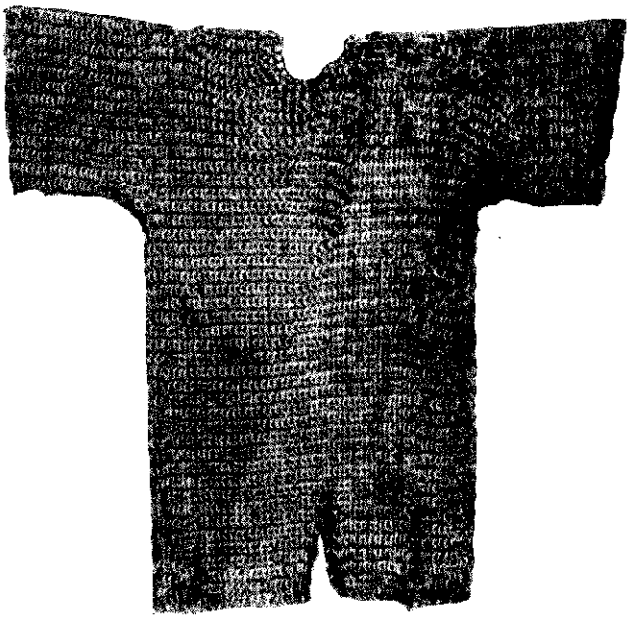


Рис. 122. Кольчуга

От последующих веков мы чаще всего находим фрагменты этого доспеха в городских и городищенских слоях. Но на Райковецком городище найдено две целых кольчуги хорошей сохранности [2].

Кольчуга была достаточно надежной защитой от холодного оружия. В древней Руси она появилась на 200 лет раньше, чем в Западной Европе. Еще в XII в. во Франции кольчуга считалась дорогим импортным доспехом, который вывозили из России. В героической французской поэме «Рено де Монтобан» упоминается «кольчуга, сделанная в России» [3].

Схема сцепления кольчужных колец ясна из рис. 123. Сплетение состояло из ряда целых колец и ряда колец на заклепках или штифтах, т. е. половина колец были

[1] Я. С. Голицын. Новгородские оружейники XIII—XVI вв. Вестник машиностроения, 1949, № 10, стр. 69.

[1] Например, ПСРЛ, I, стр. 28.

[2] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 96.

[3] G. Losinskij. La Russie dans la litterature... Revue des études slaves, t. IX, № 3—4. Paris, 1929, p. 264.

целые, а половина разводные, которые после сборки соединялись заклепкой или штифтом. Каждое кольцо охватывало четыре соседних кольца: целое кольцо охватывало четыре разъемных, а разъемное — четыре целых.

Кольчуга делалась из железа. Металлографический анализ кольчужных колец с Княжей Горы (Княжая-29) и из Новгорода (Новгород-25) обнаружил ферритное строение с очень малым количеством шлаковых включений.

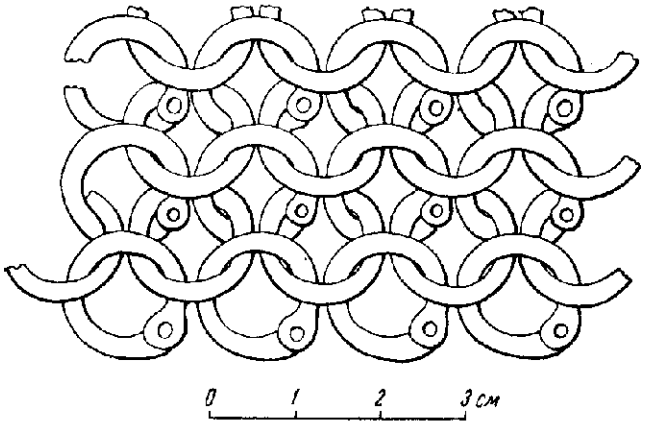


Рис. 123. Схема соединения колец кольчуги

Иногда в качестве декоративного элемента в кольчугу вставляли несколько рядов медных колец. Медные проволочные кольца имеет кольчуга из Черной Могилы [1] и из Новгорода [2]. На поздних кольчугах известны оторочки ворота, рукавов и подола медными кольцами.

Металл колец, естественно, часто корродировался, и кольчуги необходимо было чистить. О том, что кольчуги были чищеные, т. е. светлые и блестящие (естественный цвет железа), нам сообщает летописец: «И бе видете страшно в голых доспехах, яко вода солнцу светло сияющу» [3]. В XVII в. для чистки кольчуг применялось специальное приспособление в виде закрывающейся бочки с веретеном [4]. В бочку клали кольчугу, посыпали мелким песком и вращали. Подобное, столь простое приспособление, мог применять кольчужник и в древней Руси.

Кольца большинства нам известных археологически кольчуг были плоские. Наружный диаметр колец на разных бронях колебался в пределах 13—15 мм. Ширина кольца равнялась 2—2,5 мм, толщина была около 0,8—1,0 мм. Иногда поверхность кольца орнаментировалась одним или двумя концентрическими рельефными кругами. Делались кольчуги также и из проволочных колец [1]. Размеры колец были такие же.

Для того чтобы представить трудоемкость и сложность изготовления кольчуги, достаточно сказать, что обычная кольчуга на средний рост состояла, примерно из 18 000—20 000 колец.

Технология производства состояла из горячих операций изготовления колец и заклепок или штифтов, и из холодных операций сборки и склепывания разомкнутых колец.

Технология изготовления колец протекала в следующем порядке. Из железа изготовлялась горячей ковкой круглая или квадратная проволока диаметром около 2 мм. Затем она навивалась на круглую оправку диаметром около 10—11 мм. Образовавшуюся спираль разрубали по одной стороне, в результате чего получались круглые разомкнутые кольца одинакового диаметра. Половину колец сваривали. Если кольчугу делали из плоских колец, то после сварки круглые в сечении кольца расплющивали и фигурным пуансоном наносили узор. Таким же путем расплющивались и орнаментировались разомкнутые кольца. После этого у колец дополнительно расплющивали концы на плашку и пробивали бородком отверстия под заклепки или штифты. Отдельной и довольно кропотливой операцией было изготовление заклепок или штифтов. Кольчуга с Княжей Горы была склепана заклепками с головкой. Диаметр заклепки был около 0,75 мм.

Затем приступали к сборке кольчуги. Каждое разомкнутое кольцо, после соединения его с четырьмя целыми кольцами, склепывали. Последней операцией была чистка и шлифовка кольчуги.

---

[1] Б. А. Рыбаков. Древности Чернигова. МИА, № 11, 1949, стр. 40.

[2] Коллекция ГИМ № 80517, оп. 437/726.

[3] ПСРЛ, IX, стр. 195.

[4] П. Савваитов. Описание старинных русских утварей. СПб., 1896, стр. 61.

[1] Например, кольчуги из Черной Могилы, Райковецкого городища или фрагменты кольчуги с Княжей Горы.

Я. С. Голицын выдвинул гипотезу о производстве целых плоских колец путем штампования, заметив при этом, что сварка колец — маловероятная операция [1]. С этим положением Я. С. Голицына я не согласен.

Мною специально были сделаны шлифы на всей поверхности кольца из кольчуг с Княжей Горы и из Новгорода. В обоих случаях микроструктура шлифов обнаружила сварочные швы. Голицын произвел подобное исследование на кольцах поздних кольчуг (дату и паспорт кольчуг он не указал) и макрошлиф сварочного шва на кольцах не обнаружил. Вполне возможно, что в XVI—XVII вв. плоские кольца штамповали, но для древней Руси это положение неприемлемо.

В технологии производства древнерусских кольчуг нас поражает миниатюрность, тонкость и огромная трудоемкость кузнечных работ, например, операция склепывания кольца заклепкой диаметром около 0,75 мм. Нужно заметить, что эта операция производилась не на отдельно лежащем кольце, а уже вплетенном в кольчугу. И склепать нужно было около 10 000 колец.

ГЛАВА XII

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАМКОВ И УТВАРИ

Железо в древней Руси довольно широко применялось в домашнем быту и ином обиходе. Около 60 видов железных изделий насчитывается среди домашней утвари, принадлежностей костюма и украшений, конской сбруи и т. п. инвентаре. Многие из этих изделий имели сложную форму и конструкцию, как, например, замки, весы и ряд других изделий.

У некоторых из этих предметов мы исследовали металл, а у замков изучили подробно технологию производства. Металлографическому анализу были подвергнуты замки и ключи, кресало, чапельники, кочедык, подковы сапожные, ручки от ведер, удила и шпоры. Кроме того, изучена конструкция древнерусских весов типа безмен.

Замки, появляющиеся в обиходе всех народов с возникновением частной собственности, в древнерусском городе и деревне широко встречаются уже в IX—X вв. Когда в Восточной Европе появились замки и каким путем вырабатывались их конструктивные формы, сказать трудно, но во всяком случае мы знаем, что в IV—V вв. н. э. в хозяйстве позднедьяковских городищ замки еще не требовались [2]. Относительно конструкции замка следует заметить, что механизм, основанный на принципе расходящихся пластинчатых пружин (см. ниже) в мировой технике был одинаково известен и в древнем Китае, и в Японии, и в древнем Риме, и в Восточной и Малой Азии. Варьировали и изменялись лишь внешние формы корпуса замка и дужки [1]. Древнерусские замочники в выработке своей конструкции замков были, вероятнее всего, наследниками античной техники.

В древнерусском археологическом материале замки представлены очень широко. Мы их находим в археологических памятниках всех категорий. Особенно много замков встречается в городских слоях XI—XIII вв.

Б. А. Рыбаков подразделяет все древнерусские замки на три типа [2].

1. Дверные внутренние замки. Задвижки этих замков деревянные. Из металла делаются только ключ, скобы и пружины (рис. 124).

2. Внутренние врезные замки ларцов-ковчежцев, сундуков и дверей. Они всегда металлические, разных размеров.

3. Висячие замки металлические. Конструктивно делятся на два варианта:

а) замки, у которых дужка закреплена одним концом на оси в корпусе замка, а другим концом запирается засовом-защелкой, подобно современным;

---

[1] Я. С. Голицын. Новгородские оружейники. Вестник машиностроения, 1949, № 10.

[2] П. Н. Третьяков. К истории племен верхнего Поволжья. МИА, № 5, М., 1941.

[1] H. Horwitz. Beiträge zur aussereuropäischen Technik. B. z. G. T. u. I., Bd. 11, 1921, S. 192.

[2] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 218

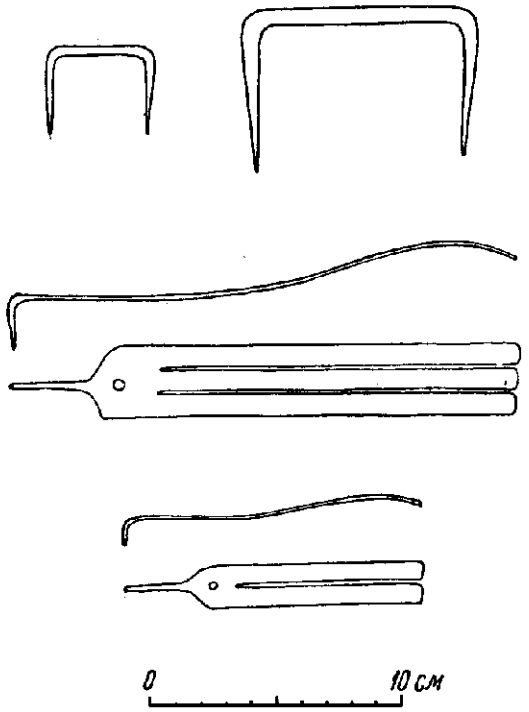


Рис. 124. Металлические детали деревянных внутренних замков. Железные скобы и стальные пружины

б) замки, у которых дужка с особым пружинным механизмом вдвигается в корпус замка и автоматически запирается пружинами; этот вариант висячего замка был распространен в древней Руси более других.

ленького замка от ларца. Замок состоит из железного засова *А* (рис. 125), двигающегося внутри неподвижно закрепленных штифтов. На одном конце стержень засова переходит под прямым углом в плоскую рукоять, служащую для передвижения стержня в замке (запирать и отпирать). К другому концу этого засова, немного отступя от края, приклепана пружина *Б*, упирающаяся свободным концом в защелку *В*, когда замок заперт. В крышке ларца имеется личина *Г* с выступом, который при закрывании крышки заходит за засов *А* и запирает замок. Чтобы открыть замок, нужно вставить в него ключ *Д* и, повернув против часовой стрелки, прижать пружину *Б* к засову и за рукоятку отвести вправо засов *А*. После этого можно открыть крышку. Механизм замка заключен в железный кожух, длиной в 50 мм и шириной 8 мм. По такому же принципу устроен и другой замок из Старой Рязани.

Висячие замки с закрепленной на оси дужкой встречены во Владимирских курганах, в Старой Ладоге, на Княжей Горе, на Райковецком городище и других археологических памятниках.

Опишу конструкцию замка из Владимирских курганов[1]. Внутри призматического

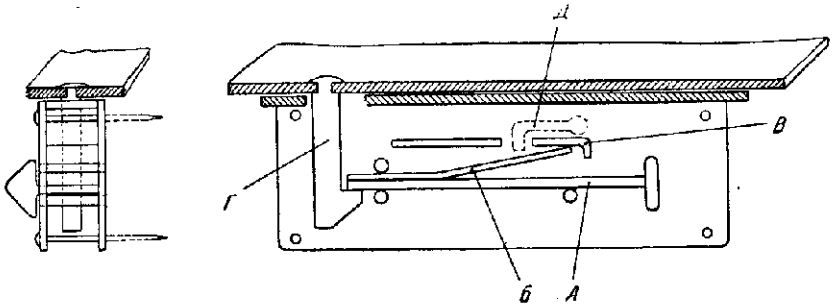


Рис. 125. Врезной замок из Старой Рязани

В конструктивном выполнении замков наблюдается большое разнообразие форм и отдельных элементов. Больше всего конструкций имеется у висячих вдвижных пружинных замков.

Врезные замки от ларцов, сундуков и дверей среди археологического материала встречены неоднократно. Два интересных экземпляра найдены на городище Старая Рязань в 1949 г.[1]. Опишу конструкцию ма-

корпуса размером 49×34×38 мм (рис. 126), на верхней крышке в обойме закреплен свободно двигающийся засов-защелка. Его в крайнее левое положение всегда отводит пружина. На оси, в верхнем углу корпуса, закреплена дужка. На другом конце дужки — отверстие, в которое, при вдвигании дужки в корпус замка, входит автоматически засов-защелка, запирая этим замок. В боковой стенке корпуса есть

[1] Р. Л. Розенфельдт. Старорязанский врезной замок. КСИИМК, XXXV, стр. 144.

[1] Коллекции ГИМ, № 54746, хр. 121/485.

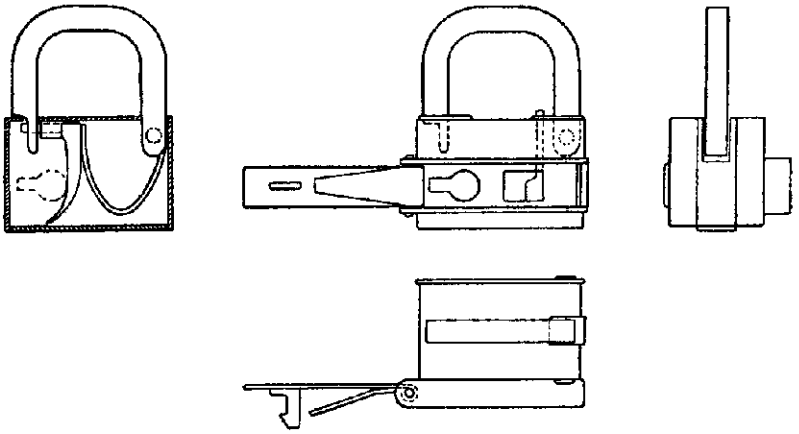


Рис. 126. Замок из Владимирских курганов

отверстие для ключа с бородкой. При поворачивании вставленного в замок ключа засов-защелка бородкой ключа отводится в крайнее правое положение, отпирая этим замок. Отверстие для ключа в свою очередь закрывается крышкой, которая запирается особой защелкой. Замок состоит из 25 отдельных деталей, соединенных между собой пайкой. Только ось дужки расклепана на концах. Корпус замка для крепости по бокам усилен железными продольными полосами. Подобные замки весьма портативны.

Сложная конструкция описанных замков вероятно не оправдывала себя на практике. Этот замок можно было легко отпереть отмычкой. Корпус таких замков изготовлялся разнообразных форм и размеров. Встречаются замки с полукруглыми, клинообразными и другими корпусами.

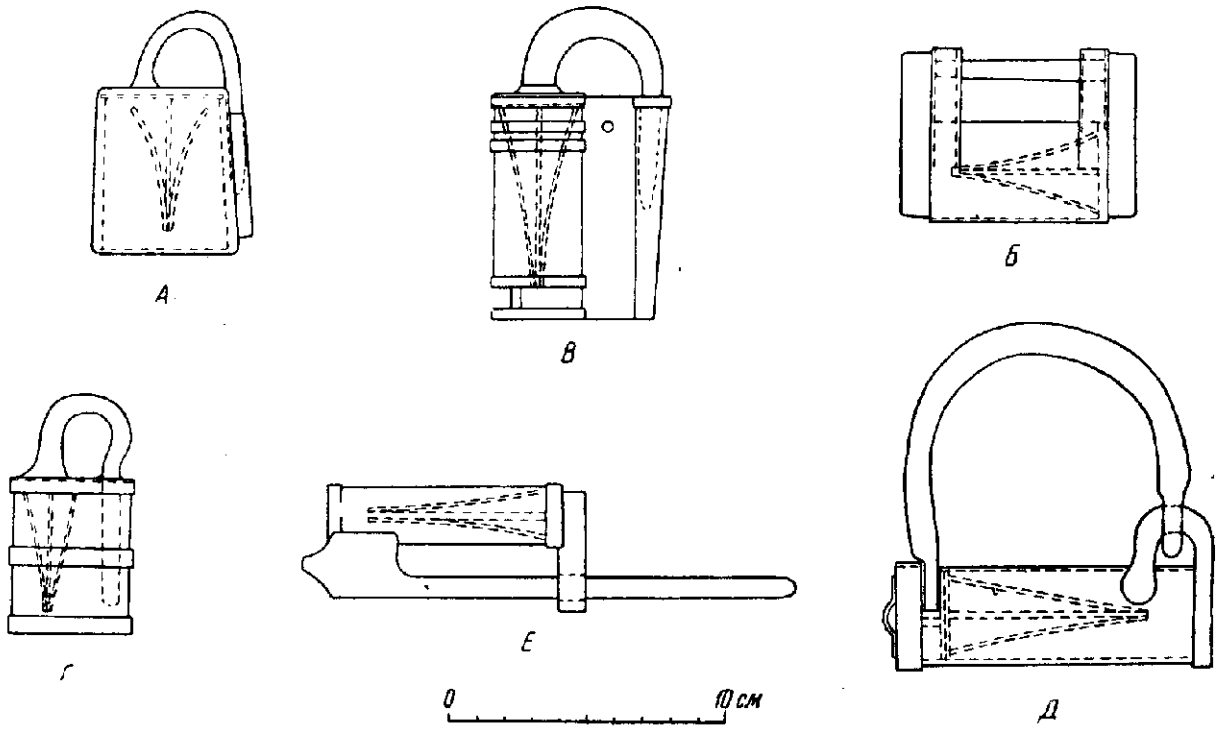


Рис. 127. Типы древнерусских замков

Наибольший интерес в конструктивном и технологическом отношении представляют висячие замки с пружинными механизмами на вдвижных дужках. Среди них можно выделить шесть основных конструктивных видов, меняющихся в свою очередь в размерах от больших замков с длиной корпуса в 14 см до портативных конструкций размером в 3 см.

На рис. 127 представлены схематически конструктивные особенности каждого вида пружинных замков.

Прежде чем описывать каждый тип замка, рассмотрим сначала принципиальную схему данной конструкции. На рис. 128 изображена конструктивная схема цилиндрического пружинного замка, общая для всех разбираемых нами видов. Фигура *А* показывает отдельно устройство корпуса замка и дужки. Корпус состоит из двух соединенных между собой цилиндров. Большой цилиндр имеет два донышка. В верхнем донышке имеется прямоугольный вырез (соответствующий размерам стальных пружин на дужке), а в нижнем — прорез для ввода ключа. Малый цилиндр имеет только нижнее донышко. Дужка на одном утолщенном конце имеет специальный стержень (один или несколько), на который в нижней его части прочно прикреплены две пружины с расходящимися кверху концами. Фигура *Б* показывает момент начала вдвигания дужки в корпус. Один конец дужки свободно входит в малый цилиндр, другой — пружинами в прямоугольный вырез в верхнем конце большого цилиндра. По мере углубления дужки, пружины все более и более сжимаются.

Фигура *В* изображает момент, когда дужка вся вставлена в корпус и пружины свободно разошлись, запрев тем самым замок. Возвратившиеся в первоначальное положение пружины на стержне дужки, упираясь верхними концами в донце, препятствуют выниманию дужки. Для того чтобы отпереть замок, необходимо разошедшиеся пружины сжать.

Фигура *Г* изображает момент ввода ключа в корпус замка и сжатия пружины. В таком состоянии дужка может быть свободно вынута из корпуса.

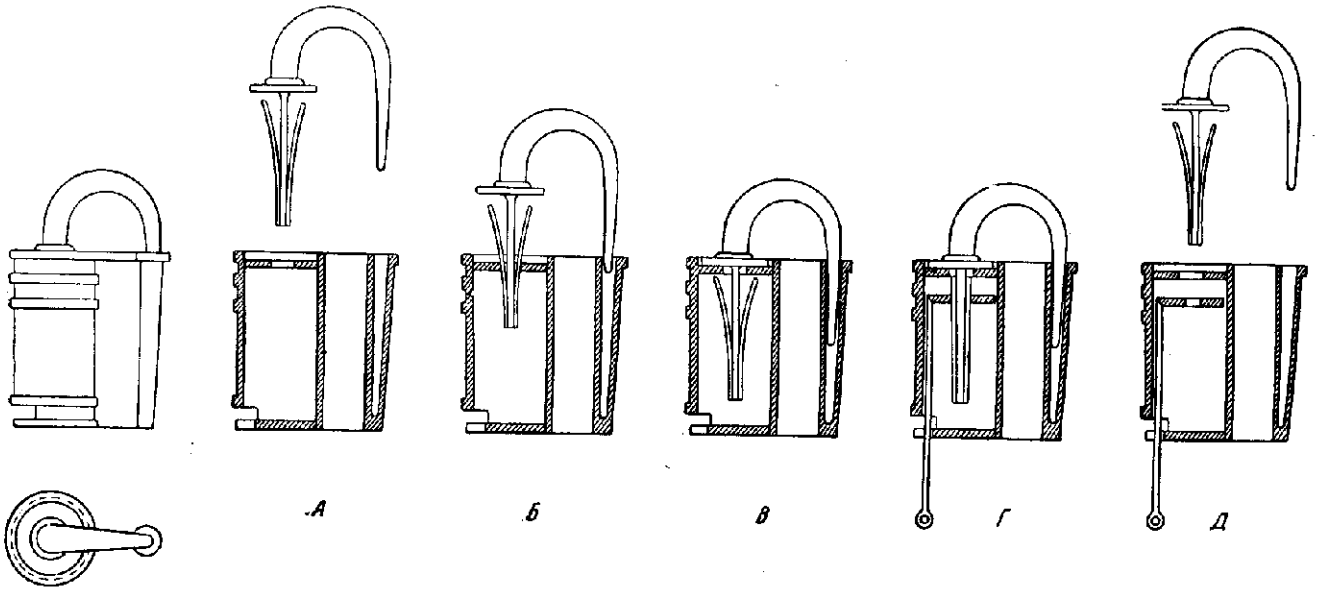


Рис. 128. Схема устройства пружинного замка

Фигура *Д* изображает вынутую — отпертую дужку и корпус замка с невынутым еще ключом.

Количество стержней с пружинами и их расположение на крышке дужки в зависимости от формы и размеров замка сильно варьирует. В исследованных мною пружинных замках с городищ Княжая Гора, Девичь-Гора, Райковецкого городища, Новгорода Ст. Рязани и других число пружинных стержней доходит до четырех, с расположением, приведенным на рис. 130.

Более древняя форма пружинного замка — тип *А* (рис. 127). Замки этого типа найдены среди древностей Приладожья, в Гнездовских курганах, на Сарском городище, в Новгородских и Владимирских курганах, на городищах Глазовского района и других местах. Датируются они IX—X вв.

У типа *А* корпус всегда кубической или трапециевидной формы с припаянным к одной из боковых стенок узким цилиндром, в который входил свободный конец дужки.

На рис. 129 изображен подобный замок с городищ Глазовского района[1]. К крышке дужки приклепаны три стержня с пружинами. На боковой стенке, противоположной стенке с цилиндром, имеется Т-образный перевернутый вырез для ключа. Плоский ключ, соответствующий дужке, вводится в замок через нижнюю щель и поднимается к крышке вдоль вертикальной щели.

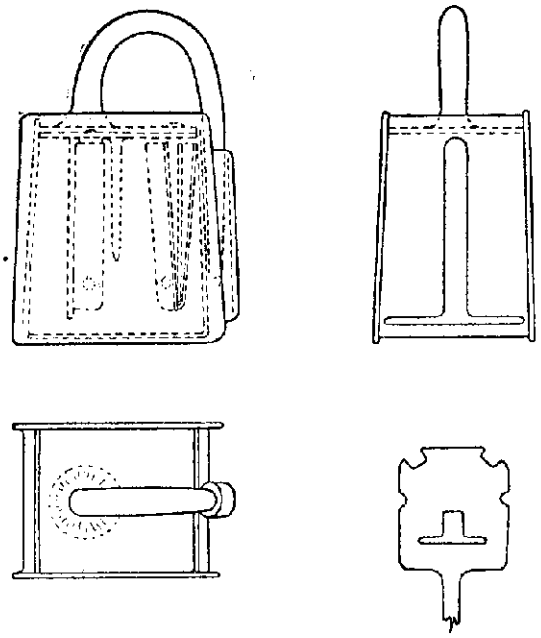


Рис. 129. Замок с городищ Глазовского района

Соответствующие вырезы в ключе, при его поднимании вверх, сжимали пружины, после чего замок отпирался. Вдоль вертикальной щели, внутри замка, расположен предохранительный экран, прикрепленный к крышке дужки. Благодаря ему нельзя было видеть сквозь щель для ключа расположение и размеры пружин. Кроме того, к крышке дужки по бокам были прикреплены два контрольных стержня, для которых в ключе имелись соответствующие отверстия. Отпереть подобный замок без ключа или подобрать к нему ключ было довольно трудно.

Тип *Б* (рис. 127) представлен замками с Сарского городища, Новгорода, Княжей Горы, Владимирских курганов и других памятников. Устройство подобных замков следующее. У круглого, овального или прямоугольного корпуса на концах припаяны под углом два выступа с отверстиями на концах. В эти отверстия проходит свободный стержень дужки. Дужка П-образной формы на одном стержне имеет пружинный механизм, которым она вставляется в корпус замка и запирается. Другим свободным стержнем дужка, проходя через отверстие в одном выступе, входит своим концом в другой выступ, замыкая этим замок. Чтобы отпереть замок, нужно в дно корпуса ввести ключ, сжать пружины и вынуть дужку.

Замок типа *В* (см. рис. 127) — цилиндрический пружинный; он является основным типом древнерусского замка. Подобный замок мы очень часто встречаем в древнерусских городах, городищах, селищах и могильниках домонгольской эпохи. Например, на Райковецком городище найдено 152 целых замка и огромное количество обломков. С городища Княжая Гора только в Киевском Государственном историческом музее хранится более 110 экземпляров, на горочище Девичь-Гора найдено более 50 замков. Время наиболее массового распространения замков этого типа XII—XIII вв.

Устройство замка было описано выше, здесь остановимся только на конструктивных деталях дна корпуса. Со стороны дна корпуса в замок всегда вставлялся ключ. Существовало пять видов отверстий: фигурные отверстия непосредственно в донце и отверстия в нижней части стенки цилиндра с маленьким выемом в донце. В зависимости от варианта отверстий было два основных вида ключей. Прямой фигурный ключ для отверстий в донце и ключ с фигурным коленом-кольцом для отверстий в нижней части стенки корпуса (рис. 130). Второй вид отверстий и ключей делали замок более надежным от подбора ключей и открывания отмычкой.

Замок типа *Г* (см. рис. 127) отличается от описанного выше цилиндрического лишь тем, что вместо корпуса из двух цилиндров — большого и малого — в этом замке изготовлен один корпус овального сечения, в верхнюю крышку которого входят оба конца дужки. Все остальные элементы и детали повторяют устройство цилиндрического замка. Подобные замки встречены в Новгороде и на Княжей Горе.

Замок типа *Д* (см. рис. 127) имел специализированное назначение. Он применялся только для запирания конских пут. Такой тип замка представлен множеством

[1] Коллекции ГИМ, № 42548, опись 266/130.

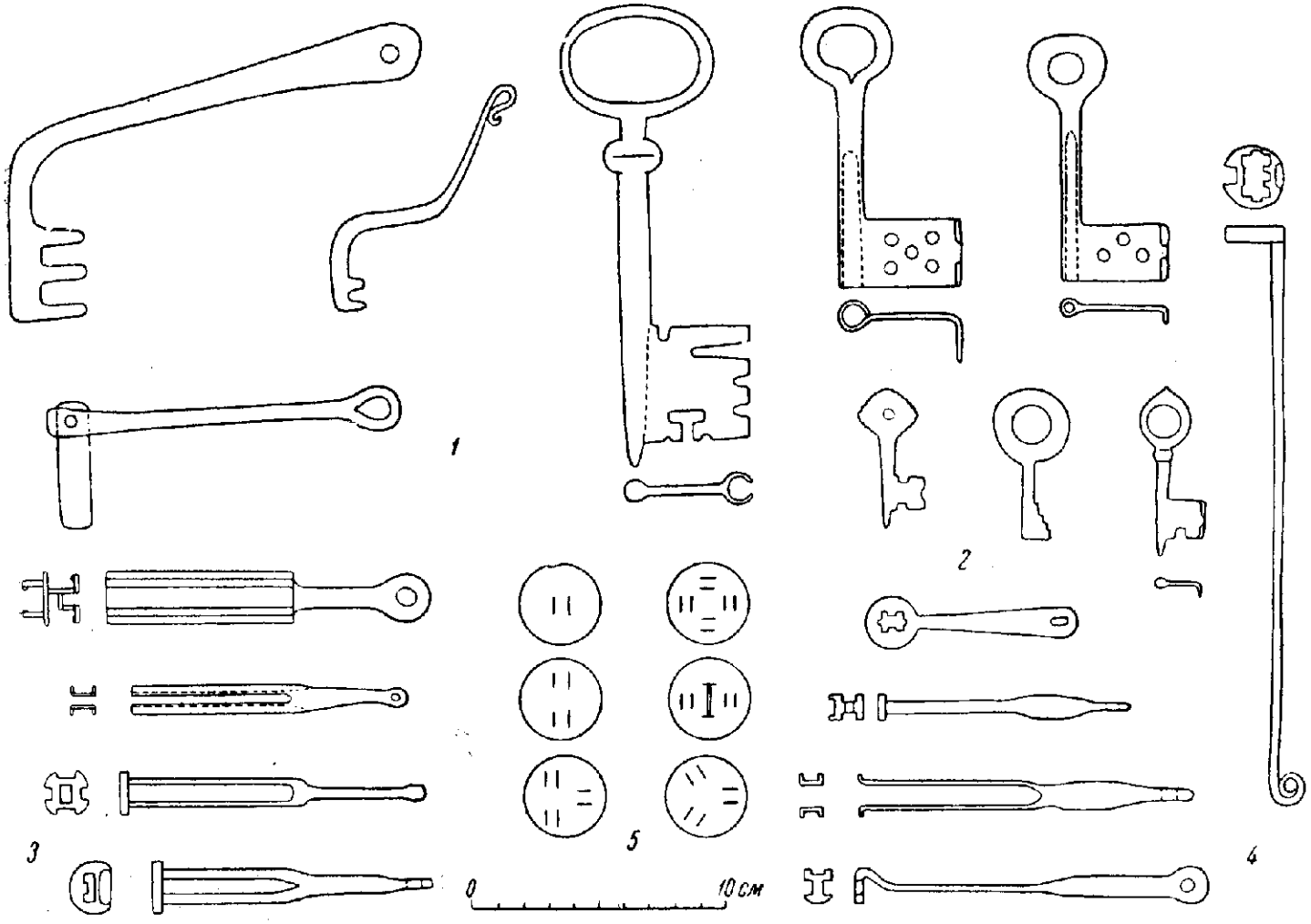


Рис. 130. Ключи древнерусских замков

1 — ключи от деревянных внутренних замков; *2* — ключи от металлических врезных замков; *3, 4* — ключи от пружинных висячих замков; *5* — схема расположения пружин

экземпляров на городищах Княжая Гора, Девичь-Гора, Райковецком, в Звенигороде, в Новгороде и других местах. Мы опишем конструкцию замка с городища Княжая Гора [1].

К одной из сторон цилиндрического корпуса замка на маленькой скобе свободно прикреплена большая дужка. На другом, плоскораскованном 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. На рис. 131 представлен такой замок в соединении со звеньями конских пут. Эти замки делались больших размеров. Например, замок с Княжей Горы имеет длину цилиндра 11 см, диаметр 4 см и радиус дужки 5 см.

Тип *E* (см. рис. 127) представлен несколькими экземплярами с городищ Княжая Гора и Девичь-Гора. Замок состоит из цилиндрического корпуса, у одной стороны которого припаяна согнутая под прямым углом длинная скоба. С другой стороны в корпус входит дужка, состоящая из стержня с пружиной и планки с втулкой на конце, которой дужка надевается на скобу корпуса. Пружинный механизм работает так же, как и в вышеописанных конструкциях.

[1] Коллекции КГИМ, № 32546.

Перейдем теперь к вопросу изготовления древнерусских замков. Технология нами была подробно изучена на ряде замков из Новгорода, Райковецкого городища, Старой Рязани, Княжей Горы, Звенигорода и других мест. В качестве примера подробно

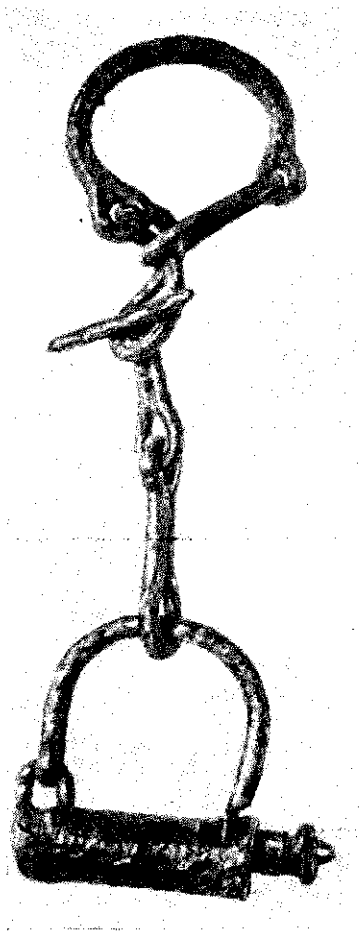


Рис. 131. Замок от конских пут

опишу технологию трубчатого пружинного замка с Княжей Горы (Княжая-31). На рис. 132 даны эскизы этого замка с Княжей Горы. Замок состоит из 35 деталей, скрепленных между собой пайкой и клепкой. Ключ к этому замку является 36-й деталью. Материалом замка везде служит железо, а на пружинах — железо и сталь.

На вопросе о материале замков следует остановиться подробнее. Б. А. Рыбаков, на основании заключения реставратора ГИМ А. Д. Чиварзина, считал, что корпусы цилиндрических пружинных древнерусских замков целиком медные и отливались по восковой модели со шнуровым орнаментом на внешней стороне[1]. Изучение мною 26 экземпляров корпусов и дужек цилиндрических замков[2] показало, что замки изготовлены из листового и прутового железа (вернее из железных деталей) и детали соединены между собой медной пайкой. Некоторые замки после изготовления целиком обмеднялись, т. е. покрывались тонким слоем меди, приобретая золотисто-красный цвет.

Для проверки заключения А. Д. Чиварзина, мною были расчищены и изучены два корпуса замков из Звенигорода[3]. Оба корпуса оказались железными с медным покрытием. А. Д. Чиварзин, реставрируя эти корпуса, был вероятно введен в заблуждение тем, что после расчистки замков не только наружная и внутренняя поверхности корпуса приобрели цвет меди (и на самом деле это был тонкий слой меди), но и на древних или специально сделанных изломах стенок корпуса посередине проходил буро-желтый слой, напоминающий медь. Шлиф излома показал, что по середине проходит не медь, а целиком корозированная полоса железа. Следует заметить, что все корпуса необычайно легки, вследствие сплошного ржавления железа, из которого сделан замок. Железо сохранилось лишь в верхнем и нижнем донце. Макрошлиф на поперечном сечении верхнего днища обнаружил железную (некоррозированный феррит) основу с медным покрытием.

Корпус замка и дужка с пружинным механизмом изготовлялись замочником отдельно, как две самостоятельные части замка.

Корпус замка Княжая-31 состоит из 14 деталей. Замочник после заготовки листового и полосового железа толщиной от 1 до 2,5 мм изготовлял каждую деталь в отдельности. На рис. 133 даны эскизы отдельных деталей корпуса и заготовки большого и малого цилиндров. Все детали изготовлены только

---

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси, стр. 222 и МИА, № 12, стр. 130.

[2] У большинства замков производилась зачистка напильником и шлифовальными бумагами торцов и паяных швов.

[3] Раскопки Б. А. Рыбакова в 1943 г. Был обнаружен горн, в котором лежало 19 корпусов от цилиндрических замков. Часть этих замков реставрировал А. Д. Чиварзин, считая их медными. См. МИА, № 12, стр. 130.

в холодном состоянии из заготовок или железных полосок путем обрубки зубилом и дальнейшей опиловки напильником.

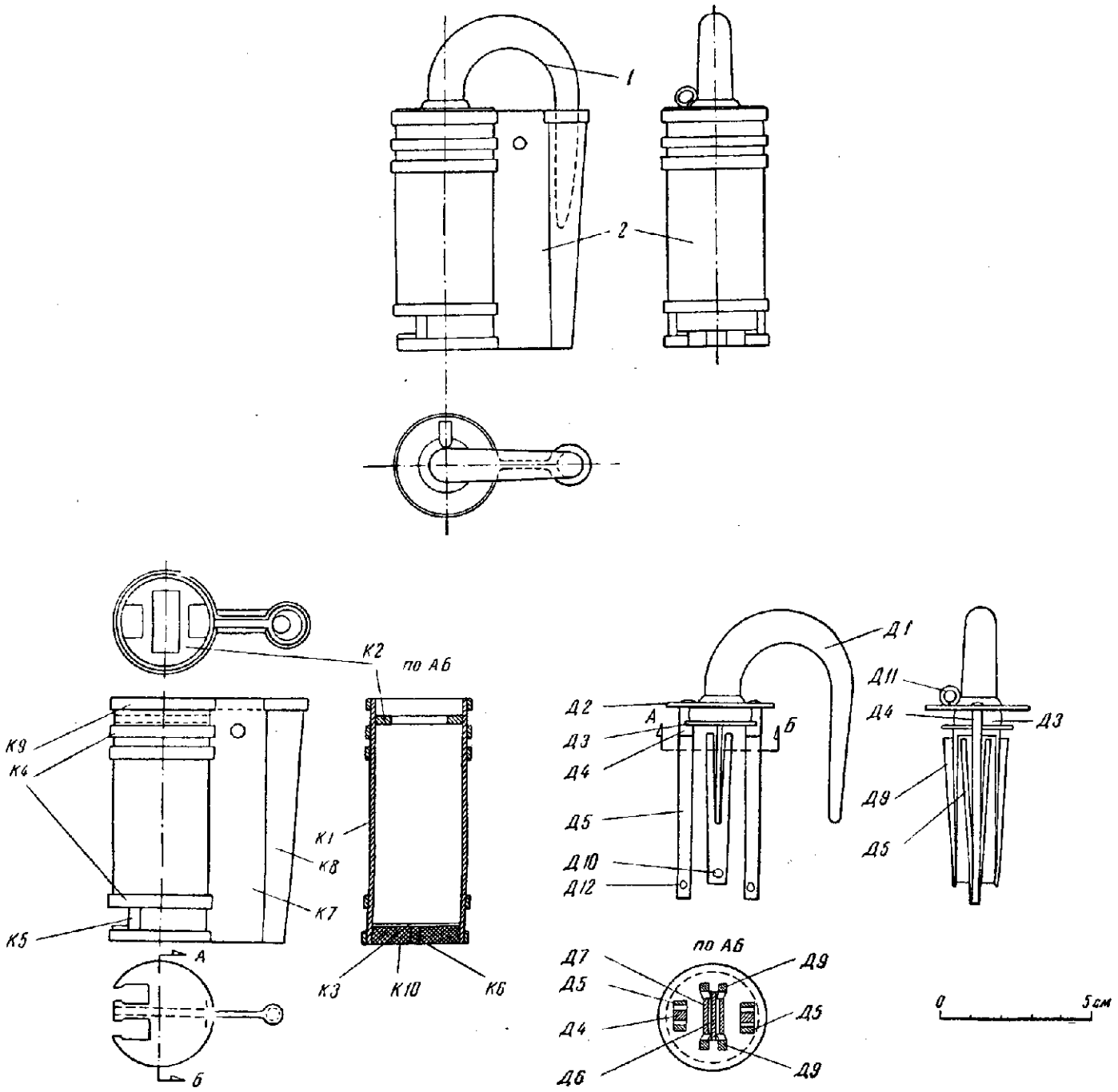


Рис. 132. Устройство цилиндрического пружинного замка (Княжая Гора)

Возьмем, например, деталь *К2* — верхнее дно и деталь *К3* — нижнее дно (см. рис. 132). Прежде всего бросается в глаза геометричность и прямолинейность выреза круга. Такой точной круглой шайбы, толщиной в 2,5 мм и 0,8 мм, кузнец изготовить не может. Он может сделать только грубую заготовку, которую затем следует обрубить зубилом и опилить напильником или обточить на точильном кругу. Но, вернее всего, замочник вырубал шайбы из готовых железных полос. После изготовления шайбы мастер, разметив вырезы, вырубал их зубилом. Стенки вырезов получались скошенными и неровными. Их необходимо было опилить напильником, чем достигалась точность прямых углов и ровность поверхности.

Большой и малый цилиндры, после соответствующих вырезов и опиловки плоских заготовок, сгибались на круглой оправке. Шов для пайки делался внахлест.

Планки-пояски (деталь *К4* и *К9*) часто орнаментировались, рисунок делался в прямой или наклонный зубчик и елочку. Орнамент вырезался зубилом. На нашем образце

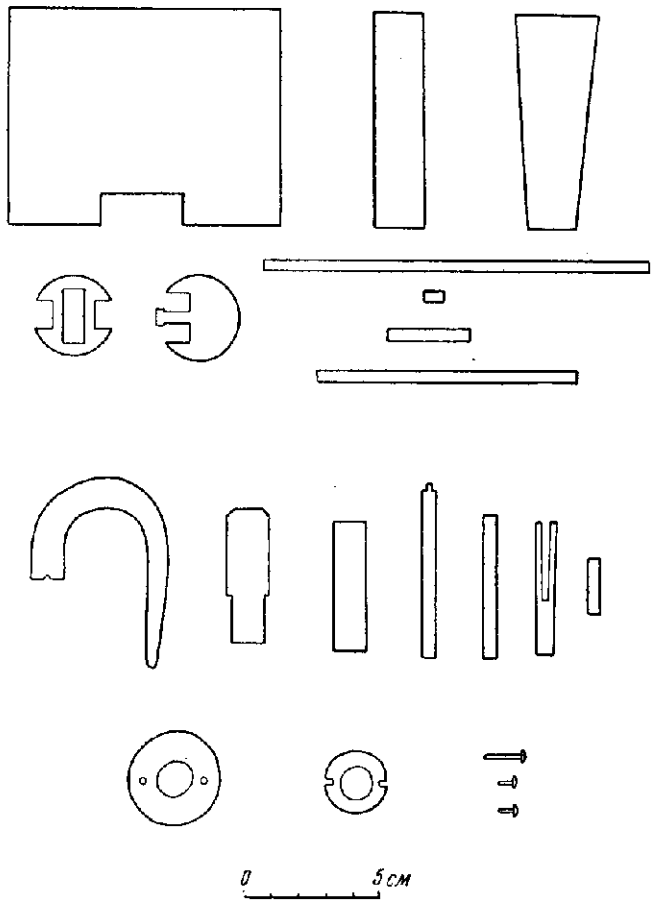


Рис. 133. Детали цилиндрического пружинного замка

пояски имеют орнамент в виде наклонных зубчиков

Интересно разобрать каждую деталь в отношении ее конструктивной целесообразности. Детали *К1* и *К8* — большой и малый цилиндры — являются основами корпуса. Деталь *К2* (верхнее дно) служит для упора пружины дужки. Деталь *К3* (нижнее дно) закрывает отверстие большого цилиндра, препятствуя тем самым возможности отпирать замок без ключа. Но так как тонкое дно, ослабленное ключевыми вырезами, очень легко выломать, его усиливают деталью *К6* (ребром), и затем все оставшееся пространство заливают медью. Большой цилиндр делается из тонкого листа, толщиной 1 мм, и, в целях усиления корпуса, цилиндр в четырех местах охватывают поясками (деталь *К4*) из железа, толщиной в 1,5 мм. Края нижнего бокового выреза в цилиндре для ключа, также в целях предохранения от разрыва и вмятин, усиливают деталями *К5* — полосками железа толщиной около 1,5 мм. Деталь *К7* служит для соединения большого и малого цилиндров. Отверстие в этой планке предназначено для привязывания шнурка от дужки. У большинства замков имеются приспособления для привязывания ремешком или шнурком дужки к корпусу, для того чтобы не терять дужки или корпуса, когда замок находится в отпертом состоянии. Верхний край большого и малого цилиндров усиливают и взаимно связывают специальной деталью *К9*, которая, охватив большой цилиндр, идет вдоль верха детали *К7* и охватывает цилиндр *К8*. Низ малого цилиндра заливают медью.

Итак, наши наблюдения показали, что в корпусе цилиндрического пружинного замка мастером предусмотрены все необходимые элементы и не сделано ни одной лишней, конструктивно ненужной детали.

Изготовив все детали корпуса, замочник приступает к их сборке и спайке. Какая была последовательность в спайке деталей — сказать трудно, так как мастер мог сразу собрать и спаять весь корпус замка или припаивать последовательно по 1—2 детали друг к другу. О технологии пайки медью железа и стали мы будем говорить ниже.

Наружная поверхность корпуса у описываемого нами замка была обмеднена, т. е. после изготовления покрыта слоем меди толщиной в 0,1—0,2 мм. Так как техника обмеднения основана на тех же приемах, что и пайка, то ее технологию я буду описывать вместе с пайкой.

Дужка с пружинным механизмом состоит из 21 детали. Замочник после заготовки материала каждую деталь изготовлял отдельно. Здесь так же, как и в корпусе замка, основная работа выполнялась зубилом и напильником.

После изготовления всех деталей дужки, их начинают последовательно собирать. Сначала соединили — спаяли — деталь *Д1* (скобу дужки) и деталь *Д6* (центральную планку). Для этого в скобе сделали вырез, в который вставили планку и затем спаяли.

Потом к планке на заклепке присоединили две детали *Д7*. Затем замочник приступил к сборке другого пружинного узла дужки. В маленькие отверстия детали *Д2* он вставлял шпенечки стержней — деталь *Д4* — и их расклепывал. Потом вставлял между стержнями вторую крышку — деталь *Д3*. Собрав этот узел, мастер продевал его через тонкий конец скобы дужки и, доведя до необходимого положения, припаивал, а пространство между первой и второй крышками заливал медью. Затем припаивалась к крышке дужки деталь *Д11*. После этого скоба дужки и верхнее дно обмеднялись. Последней операцией была приклепка пружин. К стержню *Д4* приклепывались на заклепке пружины — деталь *Д5*, а в торец деталям *Д7* приклепывались фигурные пружины — детали *Д9*.

Выше я уже упоминал, что все детали замка (корпуса и дужки) изготовлены из обычного кричного железа. Исключение представляют пружины. Металлографически были изучены пружины из 12 замков разных типов и мест находок. Две пружины из Новгорода (Новгород-29, -28), одна пружина из Старой Рязани (Рязань-13), одна пружина из Владимирских курганов (Владимир-11), четыре пружины с Княжей Горы (Княжая-32, -33, -34, -36), три пружины с Райковецкого городища (Райки-18, -19, -20) и одна пружина с городищ Глазовского района (Глазов-10).

Вот структурная характеристика образцов:

Шифр образца	Одна половинка	Другая половинка
Новгород-29	Феррит	Феррит и сорбит; около 0,6% С
Новгород-28	„	Феррит с перлитом; 0,15—0,2% С
Рязань-13	„	Троостит; около 0,7—0,8% С
Владимир-11	„	Сорбит; около 0,8% С
Княжая-32	Феррит с сорбитом	Феррит с сорбитом
Княжая-33	Феррит	Феррит с перлитом
Княжая-36	Феррит с перлитом	Перлит; около 0,75% С
Райки-18	То же	Перлит; около 0,8% С
Райки-19	Феррит	Феррит с перлитом
Глазов-10	Феррит с сорбитом; 0,15% С	Троостит; около 0,6% С

Шлифы делались вдоль полосы пружины на узкой боковой стенке. Среди всех шлифов обнаружились две структурно-технологические схемы. Два образца (Княжая-34, Райки-20) дали однородную сорбитную структуру, а десять показали двухзонное сварное строение. Полоска пружины по толщине была сварена из двух примерно одинаковых по толщине половинок. Одна половинка, как правило, была железная, другая — стальная.

Из 12 пружин (две цельностальные и 10 сварных из железа и стали) семь сохранили термическую обработку. Две пружины сохранили структуру троостита и пять — структуру сорбита. Остальные пружины находились в отожженном состоянии. Но эти пружины также подвергались закалке.

Граница между зонами проходит резко, и везде видны следы сварочного шва. На рис. 135 представлены структуры пружин Новгород-29, Рязань-13, Глазов-10. Левая сторона снимка светлая — это феррит, правая темная—сталь, термически обработанная.

Необходимость такой технологии, т. е. совмещение в одной детали двух материалов — вязкого железа и упругой стали (термически обработанной), вызвана техническими условиями эксплуатации пружины. Кроме плавной нагрузки при сжимании ключом, пружина подвергается ударной нагрузке при попытке открыть замок без ключа. Тонкая стальная и притом термически обработанная пружина очень легко ломалась бы, железная половина полосы придавала пружине большую эластичность.

Следует отметить тонкость кузнечной работы при изготовлении миниатюрной пружины. Толщина пружин колеблется от 0,8 до 2 мм. По толщине она сварена из двух полос, следовательно, каждая половинка имеет толщину от 0,4 до 1 мм. Если считать, что мастер сваривал болванки пружин более толстого сечения и потом их вытягивал, то железные и стальные заготовки пружин все же не могли превышать в толщине 2—5 мм. А сваривать такие тонкие полосы железа и высокоуглеродистой стали технически чрезвычайно трудно.

Как я уже говорил, ключи были очень разнообразны. На рис. 130 изображены основные виды ключей от древнерусских замков. Наиболее простые формы изготовлялись только кузнечной ковкой и последующей опиловкой напильником, а более сложные спаивались из нескольких отдельных деталей.

Изученные нами замки относятся к X—XIII вв. Резкого различия в технических приемах спаивания железных деталей и сварки пружин не наблюдается. Различие заключалось лишь в разнообразии форм и конструкций замка. Если в IX—X вв. бытовал один тип кубического замка, то к концу XII—XIII вв. замочники изготовляют уже около 12 типов замков разнообразного назначения и сложных конструкций. В замочном ремесле появляется серийность производства. В замках с Княжей Горы и особенно Райковецкого городища можно выделить экземпляры замков с совершенно одинаковыми основными деталями (например, корпуса некоторых замков имеют одно и то же количество деталей, одинаковую их форму и размеры), которые различались лишь в рисунке ключа. Это позволяет нам предполагать, что замочник изготовлял сразу несколько замков, большинство деталей которых имели стандартную форму, а следовательно могли изготовляться сразу большой партией, что облегчало технологию и повышало производительность.

Наиболее сложной в технологии изготовления замков была горновая пайка медью.

Весы. Оживленная внутренняя и внешняя торговля древней Руси создала систему русских весовых единиц. Придавая большое значение мерам и весу в торговом обороте, русские князья наблюдение и контроль за их правильностью возлагали на духовенство. Уставы предписывали церкви «торговыи всячьская мерила, и спуды, и свесы и ставила... блюсти без пакости, ни умалити ни умножити» [1].

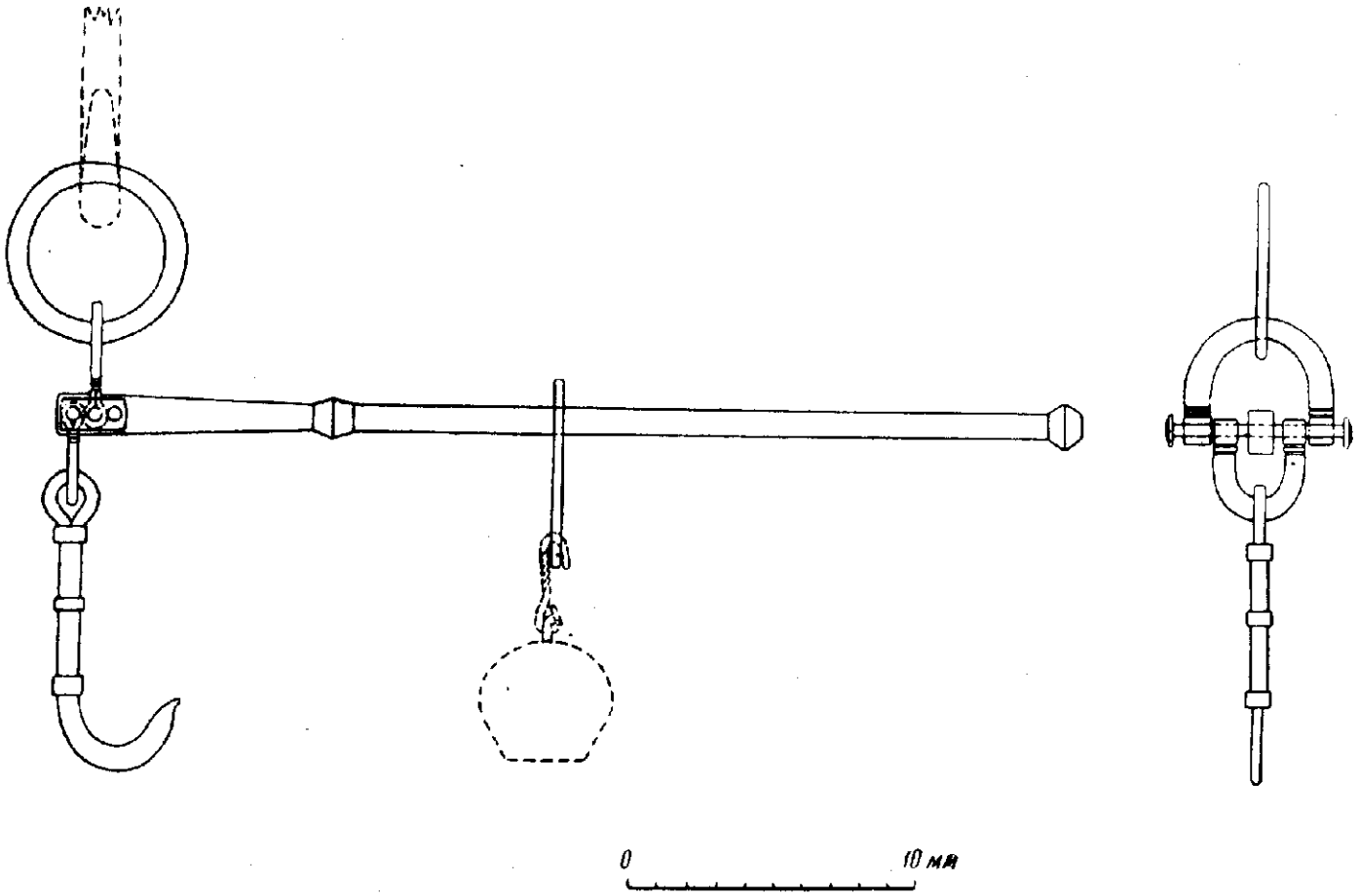


Рис. 134. Весы типа безмен

Естественно, определение и контроль веса не могли производиться без взвешивающих приборов — весов.

Среди древнерусского археологического материала весы встречаются двух видов.

[1] Митрополит Евгений. Описание Киево-Софийского собора. Киев, 1825, прибавление № 2, стр. 8.

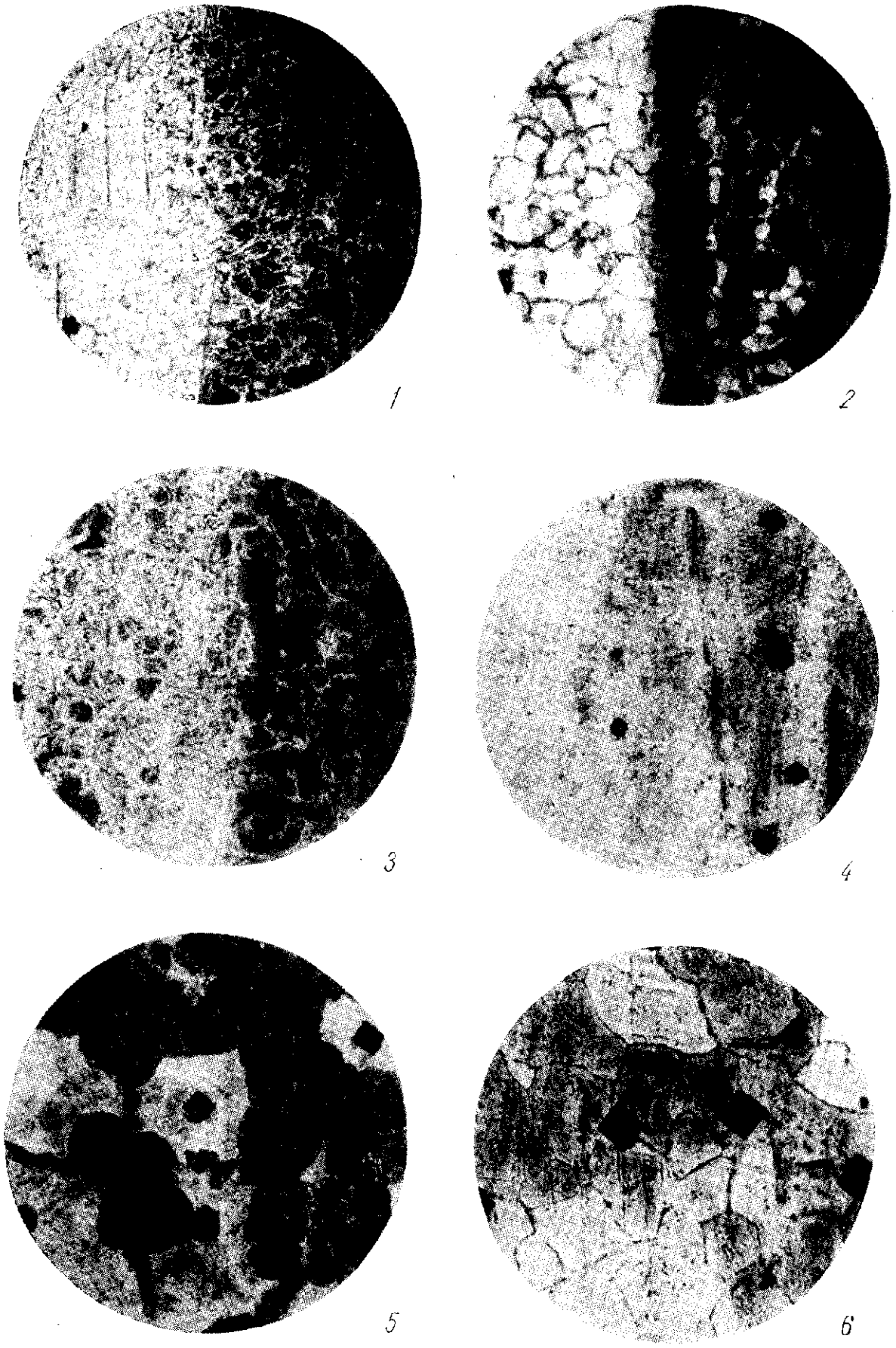


Рис. 135. Микроструктура

1 — пружина, Новгород-29, сварочный шов, ув. 100; *2* — пружина, Рязань-13, сварочный шов, ув. 100; *3* — пружина, Глазов-10, сварочный шов, ув. 100. Микроструктура образцов после измерения микротвердости: *4* — мартенсит; *5* — мартенсит и троостит; *6* — феррит

Один вид — это малые равноплечие коромысловые чашечные весы типа современных фотовесов. Встречаются они довольно часто. Делались из бронзы или меди и применялись для взвешивания монет и благородных металлов.

Другой вид — это большие торговые весы, типа безмен[1], рассчитанные на взвешивание тяжелых грузов. Общий вид таких весов изображен на рис. 134. Среди археологического материала нам известны три экземпляра из Старой Рязани[2] и один экземпляр из Киева[3]. Форма таких весов общеевропейская и с античных времен бытовала во всех странах Европы. В римское время широко применялись совершенно аналогичные весы[4]. Отличие их от древнерусских было лишь в меньшей кратности отношения плеч коромысла. В средневековье и в новое время этот тип весов продолжал существовать[5]. Делались они из бронзы и железа.

Старорязанские весы сделаны из железа и датируются XII—XIII вв. Устройство весов ясно из рисунка. Общая длина рычага 358 мм, диаметр стержня рычага 10 мм. Ширина осевой части 66 мм. Длина малого плеча 8 мм, длина большого плеча 330 мм. Принцип действия весов показан на рис. 136. В точке *А* рычаг весов имеет постоянную опору. На плече *АБ* в точке *Б* висит взвешиваемый груз *Г*, по другому плечу *АВ* передвигается гиря *Р*. Когда коромысло примет горизонтальное положение, весы будут уравновешены. Деления, нанесенные на длинном плече, показывают, во сколько раз взвешиваемое тело *Г* тяжелее гири *Р*. Деления наносятся прямо пропорционально отношению плеча *АВ* к *АБ*[1]. Например, если точка *В* стоит на делении 10 и подвешена гиря в один фунт, то вес груза будет равен 10 фунтам.

Представленный экземпляр весов из Старой Рязани рассчитан на взвешивание очень тяжелых грузов. Максимально плечо может давать 40-кратное отношение, т. е. при гире в один фунт взвешиваемый груз будет равен 40 фунтам, при гире в пять фунтов вес груза будет равен пяти пудам. Судя по запасу прочности плечевых осей, старорязанские весы рассчитаны на взвешивание груза до семи-восьми пудов.

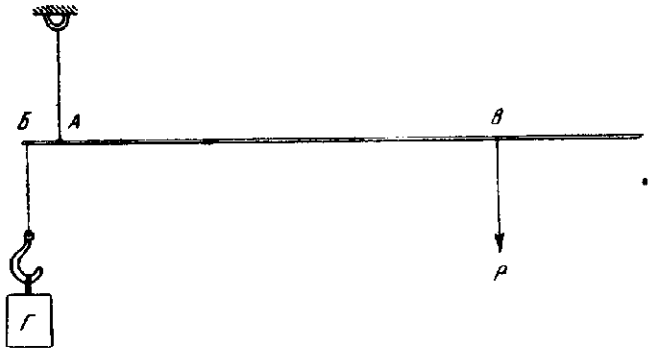


Рис. 136. Схема весов

У весов этого типа еще должна была быть подвешиваемая массивная чаша. Она, кроме удобства взвешивания, необходима была для уравновешивания коромысла. Вес ее должен быть равен примерно 4 кг. Если же ее снимали и взвешивали на крюке, то к полученному на гирях весу должны были прибавлять вес чаши.

По древнерусским миниатюрам нам известен еще тип тяжеловесных весов[2]. Это равноплечие коромысловые обычные весы с двумя чашами, рассчитанные на многопудовое взвешивание. Но старорязанские весы перед этими имеют большое преимущество. Оно заключается в быстроте взвешивания и небольшом наборе разновесов. Для коромысловых весов необходимо столько гирь, сколько весит взвешиваемый груз. Старорязанские весы являлись прототипом современных десятичных весов.

Производство таких весов, представляющих собой сложный измерительный прибор,

[1] Слово «безмен» в древней Руси обозначало меру веса. Вероятно так же называли тогда и весы с неравноплечими рычагами. Существует несколько систем безменов. Весы, описываемые нами, в литературе иногда называют весами «римского типа». Подобные весы применяли еще древние арабы. В европейской литературе их стали называть «римскими», неправильно переводя арабское слово «ромман». На самом деле это слово переводится, как «гранат», обозначая форму передвижной гири (БСЭ, 2 издание, т. 7, стр. 569).

[2] Коллекции ГИМ, № 58603, хр. 99/27.

[3] М. К. Каргер. Киев и монгольское завоевание. СА, т. XI, 1949, стр. 70.

[4] L. Lindenschmidt. Ein Massenfund römischer Eisengeräte. Altertümer unserer heidnischen Vorzeit. Bd. V, S. 255.

[5] Sökeland. Entwicklung der sogennanten römischen Schnellwagen. Zeitschrift f. Ethnolog., 1910, H. III—IV, S. 499.

[1] В данном случае я не учитываю веса самого коромысла, но практически, при градуировке весов, он, конечно, входит в расчет.

[2] А. В. Арциховский. Древнерусские миниатюры... М., 1944, стр. 94.

целиком сделанный из железа или стали, требовало от кузнеца, кроме практических приемов, довольно сложной фигурной ковки и слесарной работы, еще умения сделать весовой и силовой расчет конструкции и ее градуировки.

Кузнец, изготовлявший весы, должен был быть по крайней мере грамотным, так как градуировка сделанных весов (а она

Рис. 137. Гиря к весам типа безмен (Новгород)

была индивидуальна на каждом экземпляре) требовала знания хотя бы начал арифметики — знания действий умножения и деления.

В заключение мы остановимся на разновесах (гирях) для наших весов. При 20—40-кратном отношении взвешиваемого груза и гирь был вполне достаточен набор разновесов весом в 1, 2, 3, 5, 6 фунтов. Подобные гири с крючком для привешивания встречаются среди древнерусского археологического материала. Делались они из железа и часто обмеднялись. Экземпляр такой гири очень хорошей сохранности (рис. 137) найден в Новгороде в слоях XI в. Вес ее равен ровно шести фунтам [1].

Кресало служит для высекания огня. В древней Руси были распространены две формы кресал — овальная и калачевидная (рис. 138). Встречаются кресала повсюду. Нами исследовано металлографически овальное кресало из Новгорода (Новгород-30). Стратиграфически оно датирует-

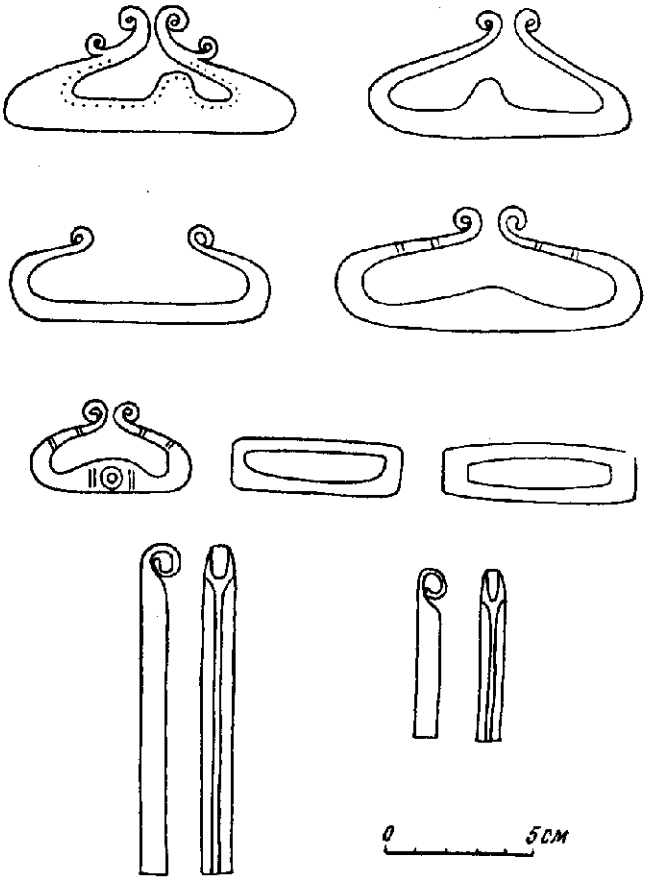


Рис. 138. Кресала и футляры для фитилей

ся XII веком. Длина кресала 80 мм, ширина 28 мм и толщина лезвия 4,5 мм. Шлиф сделан на поперечном сечении посередине кресала. Обнаружилась сварная структура. Основа кресала была сделана из обычного кричного железа, а для ударной части лезвия на обеих сторонах кресала была наварена сталь. Ее структура — перлит с ферритом. Содержание углерода около 0,6%. Толщина сохранившегося стального слоя около 1, 2 мм. Операции изготовления кресала технологически довольно просты, и мы

[1] Коллекции Новгородской экспедиции 1951 г. (Лаборатория ИИМК).

останавливаться на них не будем. Но обращает внимание техника их ковки. Часто мы встречаем кресала очень сложной, затейливой формы с художественной отделкой. На кресала кузнец наносил разнообразные орнаменты и рельефные украшения. Для изготовления таких кресал, кроме сложной художественной техники ковки, требовалось множество специального мелкого инструмента в виде штампов, кернов, оправок, обжимок и т. п.

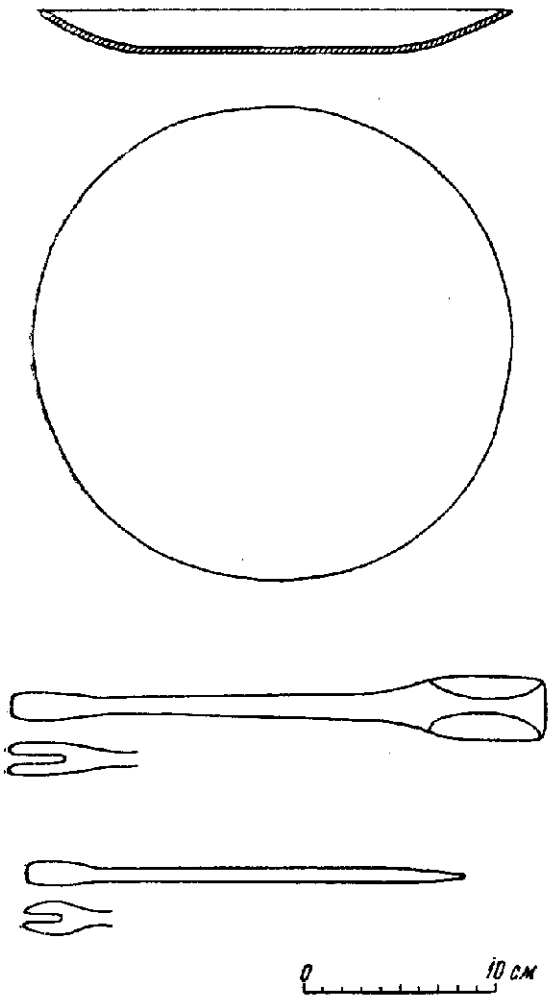


Рис. 139. Сковорода и сковородники (чапельники)

Для ношения фитиля изготовлялись специальные железные футляры. Они имели вид разомкнутой трубки с петлей на одном конце. Футляры делались различной длины и диаметра. По длине они колебались в пределах от 40 до 120 мм.

Чапельник (сковородник) — орудие кухонного обихода, служит для посадки и выемки из печи железных сковород (рис. 139). Среди археологического материала чапельники встречаются втульчатые и черенковые. Исследован один чапельник из Приладожских курганов (Приладожье-8). Шлиф был сделан на поперечном сечении одной губы. Обнаружилась однородная структура феррита, т. е. чапельники делались из железа.

Кочедык — шило для плетения лаптей (рис. 140). Имеет форму изогнутой полосы шириной 9—15 мм, с овальным концом и краями. Исследованы два кочедыка с городищ Глазовского района Кировской области (Глазов-7, -8). Шлифы делались на поперечном сечении лезвия у конца. На обоих шлифах — ферритная структура.

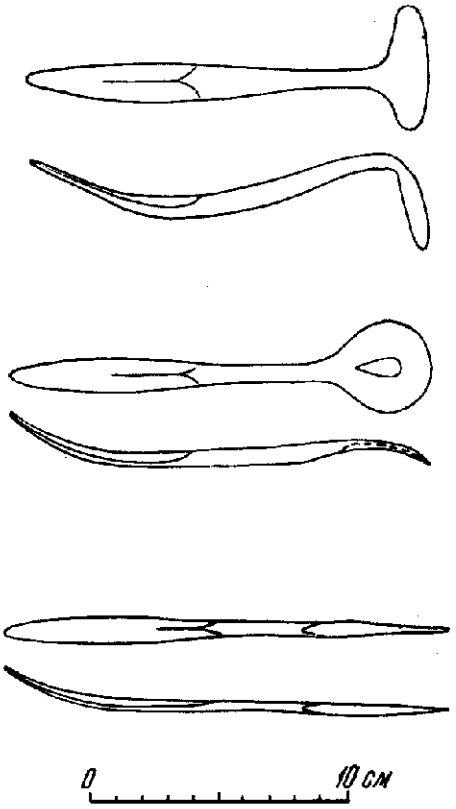


Рис. 140. Кочедыки

Каблуки кожаной обуви в древней Руси очень часто подбивались подковками. Очень много таких подковок археологи находят в городских и городищенских слоях. В Новгороде только на Ярославовом дворище их найдено более 50 штук. Исследована одна подкова из Новгорода (Новгород-33). Обнаружилась структура чистого феррита.

В древней Руси ведра обычно изготовлялись из дерева. Железными были только

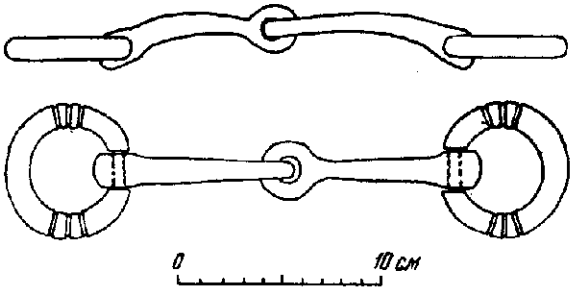


Рис. 141. Удила

обручи, ушки для дужки и сама дужка. Археологически известны несколько десятков подобных ведер (сохранились только

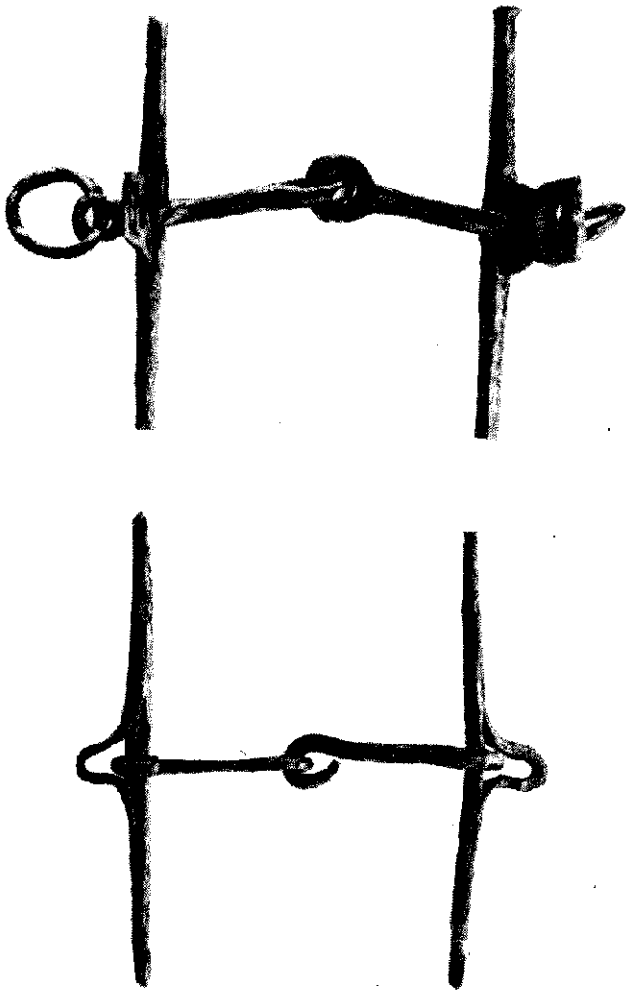


Рис. 142. Удила из Новгородских курганов

железные детали). Исследована дужка ведра из Михайловских курганов (Михайловское-2). Обнаруженная структура — феррит с шлаковыми включениями.

Из конской сбруи мы исследовали удила (Княжая-23). Шлиф показал однородное ферритное строение. Удила часто делались очень затейливой формы, с украшениями в виде орнаментов, венчиков и т. п. (рис. 141). Иногда удила скрепляли с псалиями, сделанными из железа (рис. 142). Кузнецы им также придавали сложные орнаментальные формы.

Из снаряжения всадника мы исследовали шпору (Новгород-26). Шлиф показал, что шпоры делались из железа. Шпоры очень часто украшались орнаментальными деталями и инкрустировались цветными металлами. Парадные шпоры часто золотились и обмеднялись. Например, на Райковецком

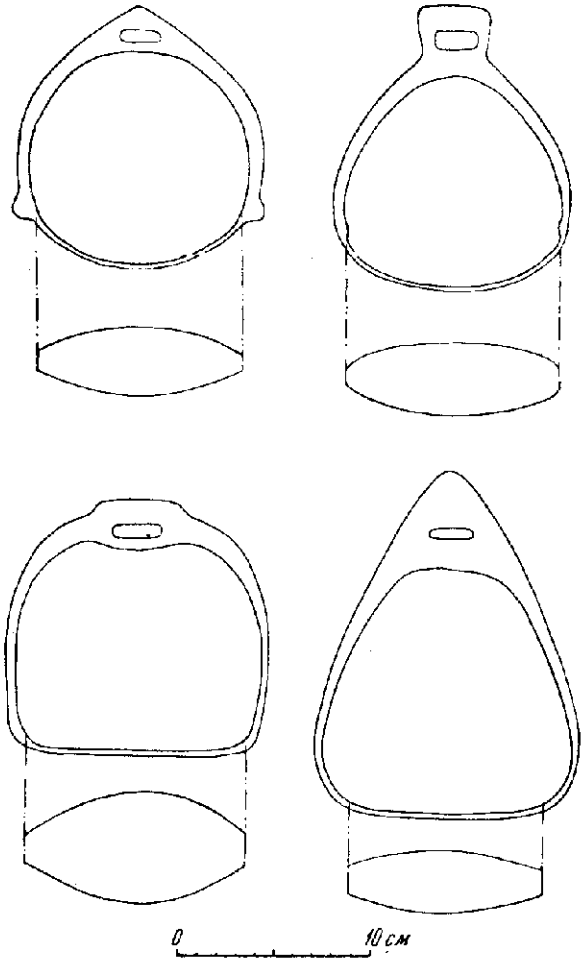


Рис. 143. Стремена

городище были найдены шпоры, покрытые позолотой [1].

[1] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 95.

Анализ некоторых бытовых вещей нам показал, что они изготовлялись из одного железа (кроме кресала, где по условиям работы требовалась сталь). Из железа также изготовлялась безусловно и вся прочая утварь, нами не исследованная (рис. 143—147). Древнерусский кузнец, хорошо зная свойства железа и стали и технические требования на предметы домашнего обихода, строго подходил к выбору материала. Там, где не требовалась сталь и техническим условиям изделия соответствовало железо, кузнец ставил только кричное железо.

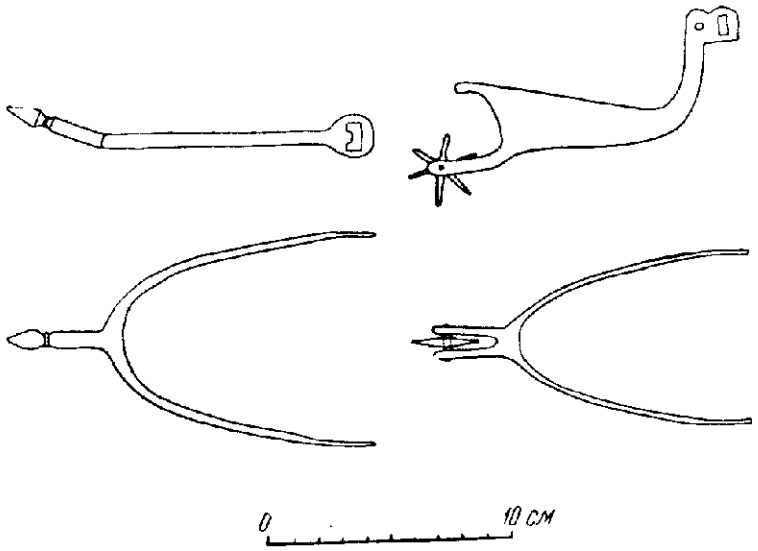


Рис. 144. Шпоры

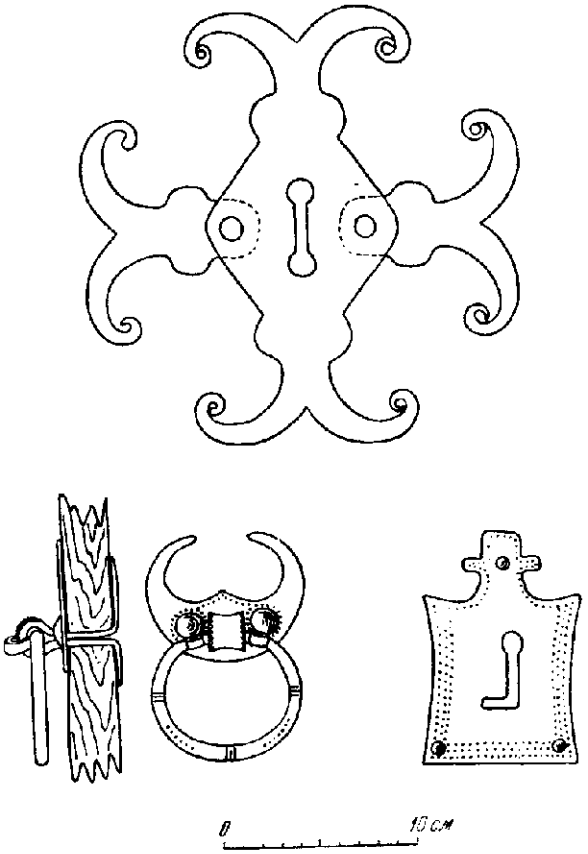


Рис. 145. Дверные скобы и украшения

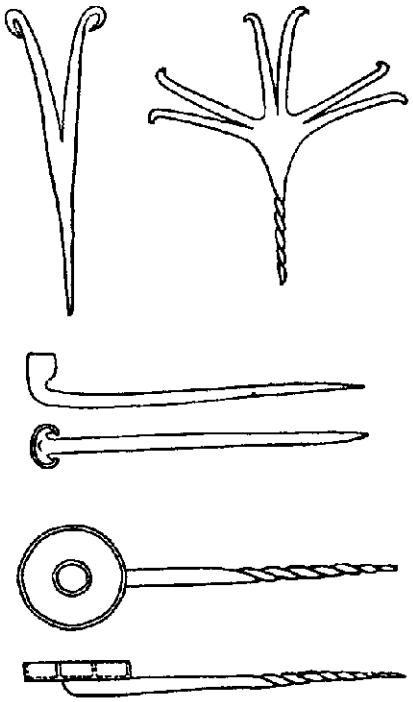


Рис. 146. Светцы и подсвечники

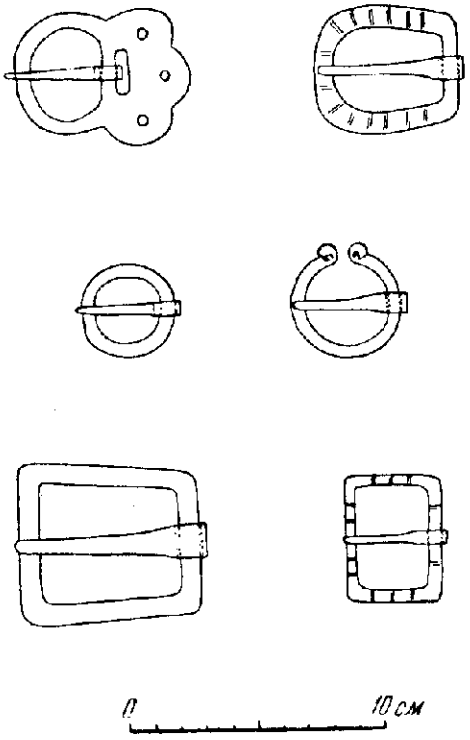


Рис. 147. Поясные пряжки

ГЛАВА XIII

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Изучение форм и конструкций многочисленных орудий труда, оружия, инструмента и прочих изделий, а также разностороннее технологическое исследование (микроструктурные, макроструктурные и рентгеноструктурные анализы, измерение твердостей и микротвердостей) древнерусских изделий из черного металла показали нам, что древнерусский ремесленник при обработке железа и стали применял нижеследующие технологические операции: 1) всевозможные приемы свободной кузнечной ковки; 2) сварку железа и стали; 3) термохимическую обработку (цементация железа и стали); 4) термическую обработку стали; 5) обточку металла на точильных кругах; 6) холодную резку (зубилом) и опиловку (напильником) железа и стали; 7) полировку железа и стали; 8) паяние железа и стали; 9) покрытие и инкрустацию цветными и благородными металлами железа и стали.

Разберем эти технологические операции, каждую в отдельности.

Механическая обработка нагретого металла давлением при помощи ударов молотом в современной технике называется свободной ковкой. Операции свободной ковки со времени появления железа до введения сталелитейной техники были основными технологическими приемами, которыми изделию придавали требуемую форму. Процесс ковки разделялся на ряд элементарных кузнечных операций: а) вытяжка, б) высадка, осадка, в) рубка, обрезка, г) пробивка и прошивка отверстий, д) изгиб, скручивание, е) обжатие, штампование.

Все эти операции в древней Руси были хорошо известны и широко применялись древнерусскими кузнецами. Операция вытяжки металла, основная операция кузнечной ковки, применялась при производстве каждого изделия из железа и стали. Осадка и плющение металла применялись при производстве заготовок очень многих деталей и при окончательной отделке таких изделий, как, например, кольчужные кольца, гвозди и заклепки (высадка головок) и т. п. Рубка и обрезка металла сопровождала изготовление очень многих изделий. Пробивка отверстий применялась тоже довольно часто, например, при изготовлении ножниц, клещей, кусачек, оковок лопат, шайб, заклепок, втулок копий, небольших молотков, волочильных досок, скоб, замков, умбонов, ушков у ведер, стремян, котлов и т. п. Изгиб и скручивание сопровождали также изготовление очень большого числа предметов. Обжатие и штампование были также нередкой операцией. Вспомним хотя бы производство стрел, поясных наборов, пряжек и блях, умбонов и шлемов, весов и гирь, боевых топориков, удил и т. п.

Обработка перечисленными операциями (так называемая горячая обработка) может происходить только с металлом, находящимся в пластическом состоянии. В такое состояние обрабатываемый металл приводится путем нагрева в кузнечном горне. При нагреве металла очень важно на поковке достичь наиболее рациональной температуры. Повышение или понижение этой температуры отрицательно влияет на строение металла: его качество ухудшается. Нагревая металл до очень высоких температур, кузнец может получить так называемый пережог, а при недостаточной температуре нагрева происходит так называемый наклеп металла, в результате чего понижаются вязкость и крепость в металле (наклеп повышает только твердость) и, кроме того, его гораздо труднее обрабатывать.

Температура ковки, при которой не происходит описанных явлений, колеблется для железа между 900—1300° и для стали (например при 0,9% С) между 775—1050°. И, как нам показала структура металла исследованных предметов, кузнец всегда работал при этих температурах. Контролем температурного режима нагрева были цвета каления железа и стали.

Деформирование нагретого металла производилось ударами молота. Археологически известные нам молоты имеют максимальный вес 1550 г. Для поковок изделий малых и средних размеров этого веса вполне достаточно. Но при изготовлении лемеха, чересла, косы, меча, топора и т. п., возможно,

применяли и более тяжелые молоты, весом в 2—3 кг.

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения двух кусков нагретого и находящегося в пластическом состоянии металла путем применения механического воздействия — ударов молотом.

Как мы видели, сварка, особенно сварка железа и стали, была широко распространенным технологическим приемом в древней Руси. В производстве качественных изделий, при изготовлении стальных лезвий, операция сварки была основной. И поэтому в древней Руси технология сварки была хорошо разработанным и освоенным техническим приемом при обработке железа и стали.

Сварить железо с железом или железо с малоуглеродистой сталью (до 0,3% С) не очень трудно. Труднее свариваются стали с содержанием углерода 0,4—0,6%. Очень трудно сварить сталь с 0,8—0,9% С и особенно трудно сварить эту сталь с железом [1].

Чтобы привести металл в пластическое состояние, при котором могла бы произойти сварка, необходим очень высокий нагрев. Для железа и стали с разным содержанием углерода температуры нагрева будут разными. Для чистого железа эта температура будет около 1425—1475°, для стали с 0,4% С около 1300—1350° и для стали с 0,8% С — около 1200—1250°.

При недостаточности нагрева или сильном перегреве металла сварки не произойдет. Поэтому нагрев металла является наиболее важной операцией при сварке: малейшее упущение, недосмотр при нагреве сказываются на ее качестве.

Как показывает микроструктура сварочных швов, подавляющая их масса на древнерусских изделиях (см. рис. 38, *2, 3, 4*, 157, *5* и т. п.) имеет очень чистое и тонкое строение, а следовательно, и прочное соединение. Обращает на себя внимание прочность и чистота швов при сварке железа и высокоуглеродистой стали. Большинство швов почти не имеет шлаковых включений. О чем все это нам говорит?

Это говорит о том, что древнерусский кузнец умел очень точно определять температуры. Улавливание такого момента при нагреве металла в условиях древней Руси было возможно только по цветам каления, а для железа и каждого сорта стали этот цвет разный. Нужно было очень хорошо знать свойства и состав свариваемых металлов (железо или сталь и какая сталь), чтобы для них определить необходимый цвет каления.

При нагреве металл окисляется, покрываясь окалиной, которая препятствует сварке. Необходимо окалину удалять. Для этого применяют особые вещества, называемые флюсами, которыми посыпают места сварки. При высокой температуре этот флюс, соединяясь с окалиной, образует слой жидкого шлака, который защищает свариваемую поверхность от дальнейшего окисления и легко может быть удален в момент сварки (встряхиванием предмета и выжиманием из шва при ударах молотом). В настоящее время таким флюсом является кварцевый песок. Какой флюс применял древнерусский кузнец, мы не знаем (возможно, это был тоже кварцевый, мелко истолченный песок), но о том, что он флюс применял и применял его очень умело, нам говорят микроструктуры сварочных швов.

Огромная трудность сварки железа и высокоуглеродистой стали заключается в необходимости очень точно определять наилучшие сварочные температуры того и другого металла (а эта температура находится в очень узкой вилке) и быстро производить сварку, иначе соединение металлов не произойдет. Со всем этим древнерусский кузнец справлялся достаточно умело, примером чего служит наварка высокоуглеродистых лезвий в таких изделиях, как ножи, ножницы, косы, мечи и т. п.

В сварочной технике древней Руси нас поражает умение кузнецов работать с очень малыми объемами металла. Вспомним хотя бы сварку замочных пружин или многослойную сварку ножей. Толщина полосок во время сварки не превышала 2—4 мм. Нагреть одновременно полоску железа и полоску стали до сварочного жара и не сжечь металл (а он быстро начнет искрить, т. е. гореть) представляет большую техническую трудность

Сварочная техника древнерусских кузнецов уже в X в. стояла на высоком техническом уровне. Об этом нам говорят древне-

[1] Современные кузнецы-практики считают, что сварить железо с эвтектоидной сталью (0,9% С) практически невозможно.

русские мечи, ножи и другие изделия из погребений дружинников. Хорошо освоенная и тонко разработанная технология сварки железа и стали дала возможность древнерусским ремесленникам изготовлять высококачественные орудия труда, оружие и инструмент.

Цементацией называется процесс науглероживания железа или стали на некоторую глубину от поверхности для придания металлу сталистой структуры, а следовательно, и высокой твердости. Непременное условие цементации — нагрев железного предмета до температуры не ниже 910°. У сталей эта температура соответственно снижается. Практически для железа температура должна быть не ниже 1000°.

В древней Руси технология цементации железа и стали применялась не очень часто. Из 214 исследованных изделий 12 изделий были подвергнуты древнерусским кузнецом цементации. Известна была цементация уже в X в.

Применялась цементация как для науглероживания железных изделий, т. е. для придания сталистых поверхностей, так и для дополнительного науглероживания наваренных стальных лезвий; примером могут служить мечи из Гнездовских (Гнездово-12) и Михайловских (Михайловское-5) курганов. Цементации подвергались напильники, ножи, мечи, копья, резцы.

В западноевропейской историко-технической и русской этнографической литературе известны два способа цементации железа твердым карбюризатором. Первый способ: цементация металла уже в готовой среде — древесном угле. Второй способ: цементация, при которой процесс образования цементирующей массы происходит непосредственно при нагреве в соприкосновении с металлом.

О технике цементации в древней Руси письменных свидетельств мы не имеем и поэтому вынуждены обратиться к сообщениям Теофила и русским этнографическим материалам XIX в.

Теофил описывает процесс цементации железного напильника следующим образом: «После того, как напильники опробованы... их смазывают старым свиным салом и обматывают ремешками, нарезанными из козлиной кожи и затем обвязывают льняными нитками. После этого их тщательно покрывают предварительно размешанной глиной, оставляя свободным черенок. Когда глина высохнет, надо их положить в горн и раздуть его настолько, чтобы кожа сгорела. После этого их освободить от глины, охладить в воде и высушить равномерно над огнем» [1].

Другой способ мы находим у русских кустарей XIX в. Цементация напильника происходила следующим путем: делали особую железную трубку с одним дном, в нее вставляли железный напильник и наполняли мелкими роговыми стружками. Затем несколько трубок с напильниками клали в железный ящик, наполненный мелким углем, и засыпали доверху углем. Затем ящик ставили в горн и нагревали $1^1/_2$—2 часа. После этого напильники вместе с трубками охлаждали в воде [2].

Подобным образом древнерусские кузнецы могли цементировать также напильники, ножи, резцы и подобные изделия. Обращает на себя внимание сложность и трудоемкость работ при цементации мечей. Вероятнее всего, они цементировались способом, описанным Теофилом.

Термической обработкой называется нагрев металлических сплавов (для древней Руси сплав железа с углеродом — углеродистая сталь) до температур, при которых происходят фазовые превращения, выдержка при этих температурах и последующее быстрое или медленное охлаждение.

В древней Руси ремесленники по обработке железа и стали «кузнеци железу», эмпирически осмыслив многие свойства стали и влияние на эти свойства разных режимов нагрева и охлаждения, создали практическую, тонко разработанную технологию термической обработки стали.

Из 214 цельностальных или со стальными лезвиями древнерусских изделий термическую обработку сохранили 174 изделия. Остальные изделия находились в отожженном состоянии. Из этого числа 21 изделие происходит из погребений с трупосожжением и с городищ со следами разрушения от огня. Вполне очевидно, что во время трупосожжения или гибели городища термически обработанные предметы отожглись. А о том, что они были терми-

[1] W. Theobald. Ук. соч., стр. 72.

[2] Труды комиссии по исследованию кустарной промышленности в России, т. VII, стр. 1004.

чески обработаны, нам говорят следы нагрева для термической обработки, которые сохранились на перлите их структур (точечный, мелкозернистый, сорбитообразный перлит).

Таким образом, 91% изученных нами стальных изделий были термически обработаны древнерусскими кузнецами.

Микроструктура термически обработанных 174 стальных изделий имела следующие строения:

Структура закалки	Число изделий
Мартенсит закалки[1]	14
Мартенсит и троостит закалки	23
Троостит закалки	3
Сорбит закалки	8
Всего	48 изделий

Структура отпуска	Число изделий
Мартенсит отпуска	34
Троостит отпуска	34
Сорбит отпуска	40
Сорбит отпуска и феррит	18
Всего	126 изделий

микротвердостей в связи с микроструктурой.

Указанные в таблице различные твердости для отдельных структур обусловливаются содержанием углерода в стали. Значение твердостей в каждом отдельном изделии нами приведено при описании структуры. На рис. 135 изображены микроструктуры феррита, троостита и мартенсита с микроотпечатками алмазного конуса прибора «Диритест». Величина диагонали отпечатка (черные квадратики) обратнопропорциональна твердости данной структуры.

Таблица сопоставления микроструктур и микротвердостей нам показывает, что микротвердости в основном полностью соответствуют определенному нами структурному состоянию того или иного изделия.

Наконец, в качестве контрольного исследования структуры метастабильных образцов 15 изделий были подвергнуты рентгеноструктурному анализу. Этот анализ позволил установить достоверность наличия метастабильных структур, и в частности мартенсита, как структуры закалки. Кроме того, этот же анализ позволил установить содержание углерода в мартенсите (в альфа растворе).

В табл. 7 приведены результаты рентгеноструктурного анализа в сравнении с результатом микроструктурного анализа.

Таблица 6

Название микроструктуры	Число измеренных шлифов	Микротвердость по Виккерсу	Структурные признаки
Мартенсит закалки	10	846—559	Светлоигольчатая структура
Троостит закалки	12	672—363	Интенсивная травимость. Черный цвет
Сорбит закалки	2	344—330	Тонкоштриховое строение
Мартенсит отпуска	17	781—503	Темноигольчатая структура
Троостит отпуска	22	612—338	Интенсивная травимость
Сорбит отпуска	19	356—224	Проявление точек цементита

Как мы уже говорили в первой части нашей работы, при определении структур метастабильных состояний стали, кроме структурных признаков, применялся метод сопоставления микротвердостей этих структур между собой. В табл. 6 приведены данные

Дополнительно в качестве контроля три образца (Новгород-13, Вышгород-7, Глазов-4) были подвергнуты рентгеновскому анализу в лаборатории № 2 Института металлофизики ЦНИИЧМ под наблюдением члена-корр. АН СССР Г. В. Курдюмова.

Таблица 7

Сопоставление рентгеноструктурных и микроструктурных анализов метастабильных структур

Наименование изделия	Шифр	Рентгеноструктурный анализ			Микроструктурный анализ		
		Характер структуры	Период решотки альфа твердого раствора	Концентрация углерода в твердом растворе, %	Характер структуры	С, %	Микротвердость по Виккерсу
Напильник	Новгород-13	Мартенсит отпуска и аустенит (остаточный)	2,8665	0,16	Мартенсит закалки (мартенсит и троостит)		635
Зубило	Федяшево-3	Мартенсит отпуска	2,8665	0,16	Мартенсит закалки	0,85	660
»	»	Мартенсит отпуска	2,8635	0,08	Мартенсит и троостит закалки	0,85	602
Напильник	Вышгород-7	Мартенсит отпуска	2,8655	0,135	Мартенсит и троостит закалки		526
Долото	Кушманское-1	Мартенсит отпуска	2,8635	0,08	Мартенсит и троостит закалки		584
Топор	Вишенки-2	Мартенсит отпуска	2,8655	0,135	Мартенсит закалки	0,35	593
Напильник	Вышгород-6	Троостит (сорбит)	2,8625	0,055	Мартенсит и троостит закалки		584
Топор	Гагино-1	Троостит (сорбит)	2,8625	0,055	Мартенсит и троостит закалки		593
Нож	Глазов-4	Троостит (сорбит)	2,8655	0,135	Мартенсит отпуска (троостит)		
Боевой топорик	Глазов-13	Мартенсит отпуска	2,8645	0,11	Мартенсит отпуска (троостит)	0,85	469
Нож	Псков-7	Мартенсит отпуска	2,8645	0,11	Мартенсит отпуска		469
Меч	Гнездово-13	Мартенсит отпуска	2,864	0,095	Мартенсит отпуска (троостит)	0,85	535
Нож	Рязань-1	Мартенсит отпуска	2,8675	0,11	Мартенсит отпуска (троостит)		407
Коса	Новгор. кург.-12	Троостит (сорбит)	2,8625	0,055	Мартенсит отпуска		477
Нож	Сарское-4	Троостит (сорбит)	2,862	0,04	Троостит (мартенсит отпуска)		566
Копье	Стерженское-1	Феррит	2,860	0,00	Феррит		135

Анализ этих образцов подвердил наши результаты, т. е. показал, что образцы термически обработаны и имеют структурное состояние мартенсита отпуска. Рентгенограмма некоторых образцов изображена на рис. 148. Таким образом, тройное исследование (микроструктурное, рентгеноструктурное, микротвердости) нам показало, что изученные микроструктурно образцы древнерусских изделий, находящихся в метастабильном состоянии, действительно соответствуют состоянию металла, подвергшегося термической обработке, и соответствуют современным представлениям и терминологии мартенсита, троостита и сорбита.

Итак, микроструктурное исследование, подтвержденное рентгеноструктурным анализом и измерением микротвердостей 174 образцов, находящихся в термически обработанном состоянии, показало, что к 48 изделиям был применен режим термической обработки — закалка, а к 126 изделиям режим термической обработки — закалка с последующим отпуском.

Микроструктура подавляющей массы термически обработанных изделий нам показывает, что при термообработке стали изделие подвергали нагреву в интервале 800—950°. Лишь в некоторых экземплярах наблюдается крупноигольчатый мартенсит, который говорит, что температура закалки была выше указанной. Так же единичны структуры неполной закалки, получающиеся тогда, когда закалку производят при недостаточных температурах.

Структура мартенсита закалки свидетельствует о применении быстрого охладителя, каким может быть вода при нормальной температуре. Подобная структура при большом увеличении представлена на рис. 149.

Структуры троостит и сорбит закалки свидетельствуют о применении закалочных сред, дающих более медленное охлаждение, чем вода. Такими средами могли быть подогретая вода, растительное масло или животный жир.

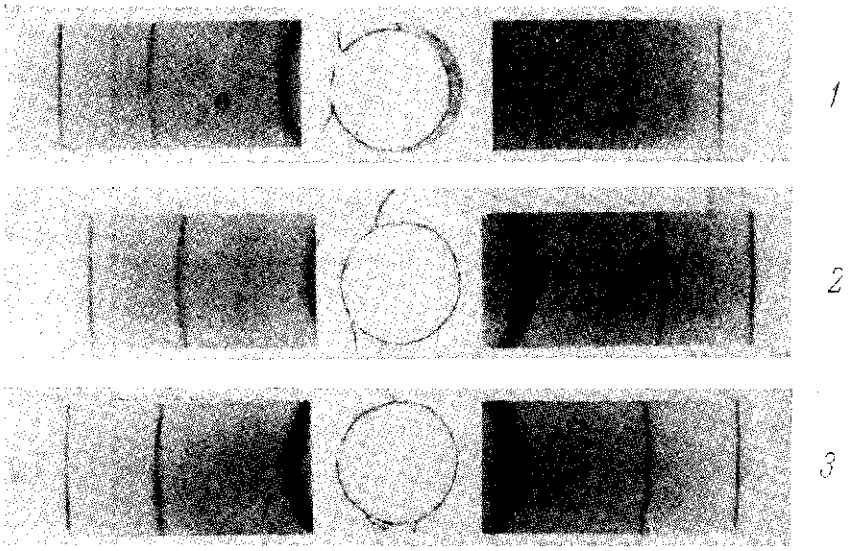
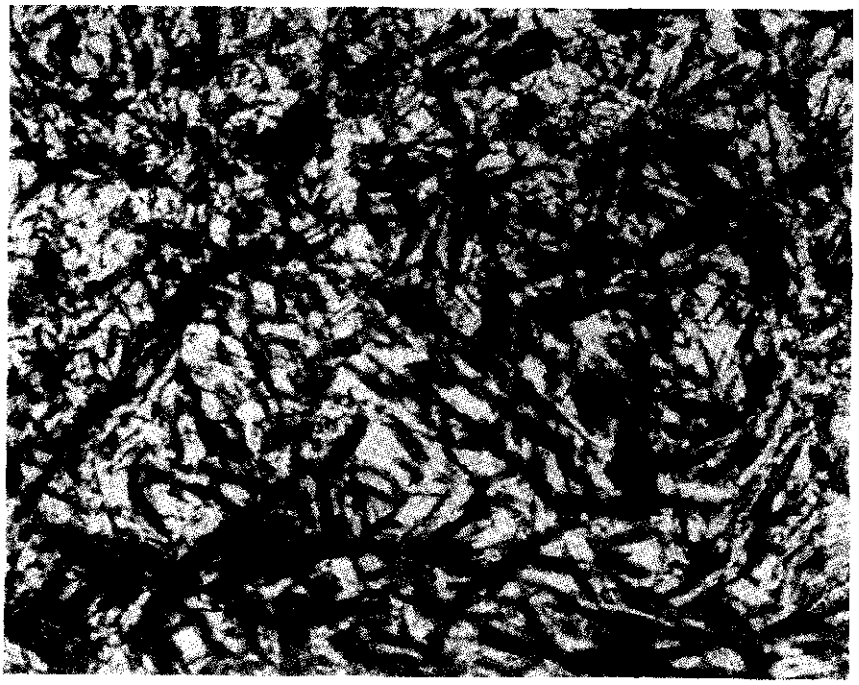


Рис. 148. Рентгенограмма термически обработанных образцов.

1 — нож, Рязань-1, мартенсит; *2* — зубило, Федяшево-3, мартенсит; *3* — коса, Новгор. кург.-12, троостит

Кроме разнообразных охлаждающих жидкостей, древнерусский кузнец применял и разные способы охлаждения в них предмета. Многие изделия закаливались целиком, т. е. совсем опускались в воду или жидкость. К числу таких относятся ножи, напильники, серпы. Другие изделия закаливались частично, только в рабочей части. К их числу относятся топоры, долота, копья, зубила и ряд подобных изделий. При такой закалке возможны два варианта обработки: или нагрев всего изделия и частичное охлаждение (только лезвия), или нагрев только закаливаемой рабочей части (это возможно на больших и длинных предметах — долотах топорах) и последующее охлаждение



1

2

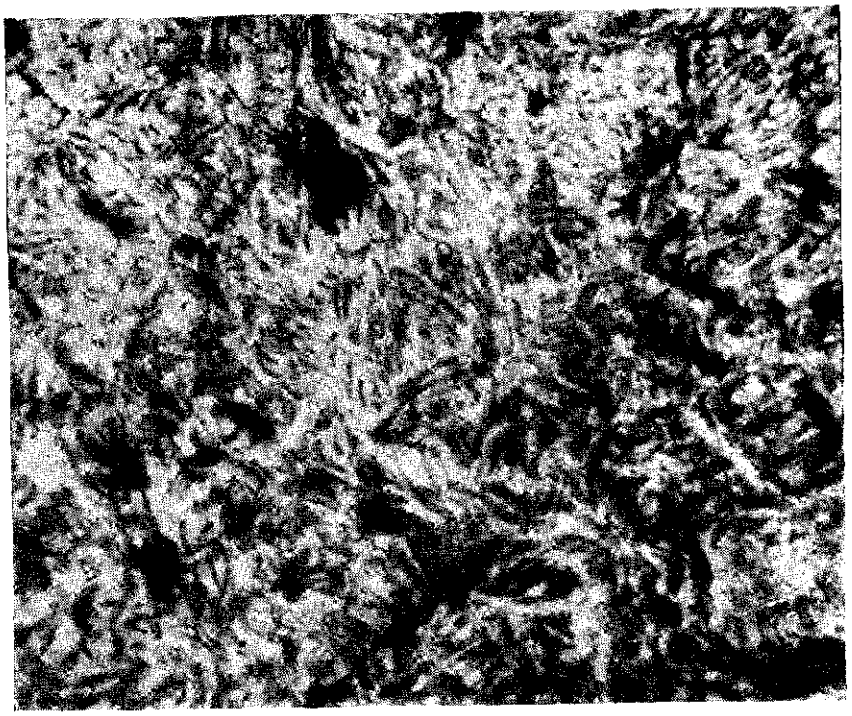
Рис. 149. Микроструктура при большом увеличении.

1 — напильник, Новгород-13, мартенсит, ув. 600; 2 — зубило, Федяшево-3, мартенсит, ув. 600

всего изделия. При обоих способах получалось твердое лезвие, мягкое тело изделия и плавный переход между ними. Особенно важна была такая закалка на цельностальных изделиях.

Как мы уже говорили, наибольшее количество термически обработанных изделий находилось в отпущенном состоянии.

Такая структура образуется при следующем режиме обработки. Изделие нагревают

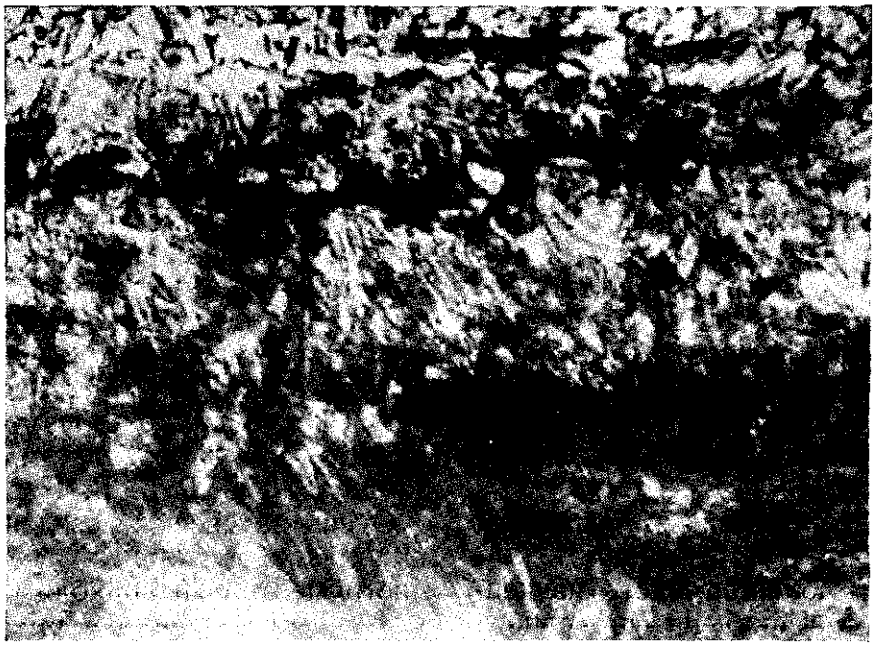


1

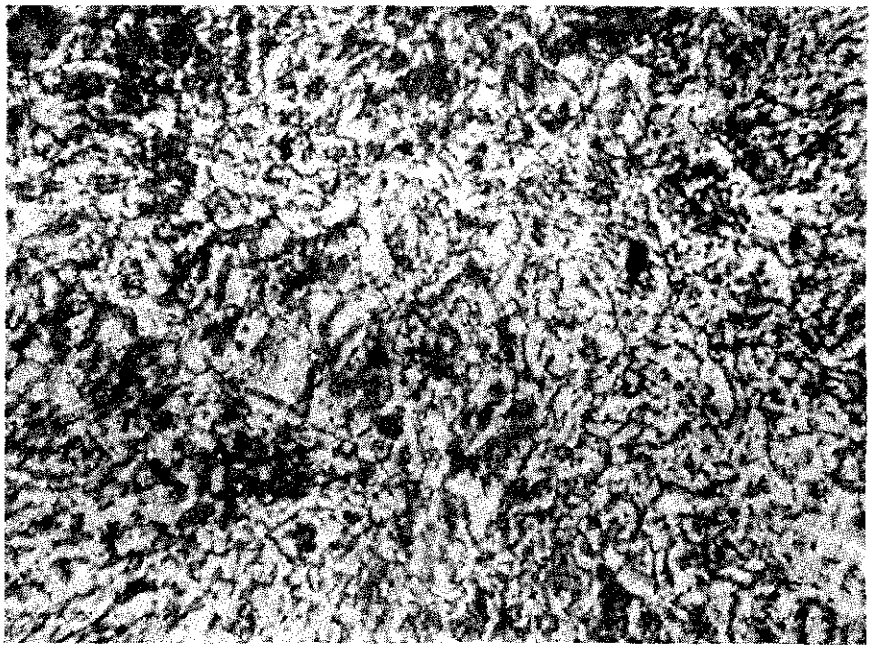
2

Рис. 150. Микроструктура при большом увеличении.

1 — нож, Глазов-4, мартенсит и троостит, ув. 600; 2 — долото, Кушманское-1, мартенсит и троостит, ув. 600



1



2

Рис. 151. Микроструктура при большом увеличении.

1 — коса, Ковшарово-2, троостит отпуска, ув. 600; 2 — боевой топорик, Михайловское-8, сорбит отпуска, ув. 600

до температуры 800—950° и затем охлаждают в воде. После этого изделие подвергается вторичному невысокому нагреву. При структуре мартенсита отпуска изделие нагревают не выше 300°. При структуре троостита отпуска изделие нагревают до температуры 300—500°. При структуре сорбита отпуска изделие нагревают до температуры 500—650°. На рис. 150 представлены структуры мартенсита отпуска или мартенсита и троостита отпуска, на рис. 151, 1 — структура, близкая к троститу отпуска,

и на рис. 151, *2* — структура сорбита отпуска.

При режиме закалки с отпуском важен контроль за температурой нагрева. Для температур 800—950°, как и при закалке, нагрев улавливался по цвету каления. Для температур вторичного, более низкого нагрева, контролем были цвета побежалости.

Очень важным элементом технологии термической обработки, говорящим о высокой технической культуре древнерусского кузнеца, является дифференцированный подход к выбору режима закалки и отпуска, исходя из технических условий того или иного вида изделий.

К изделиям, подвергающимся ударным нагрузкам, как, например, топоры, применялся высокий отпуск. Большая часть изученных нами топоров закалена на сорбит (13 образцов). Подвергались высокому отпуску также копья.

Серпы и косы подвергались низкому (на мартенсит с трооститом) или среднему (на троостит) отпуску.

Ножницы подвергались среднему отпуску (троостит и троостит с сорбитом).

Ножи в подавляющей массе закаливались на мартенсит отпуска.

Напильники в основной массе только закаливались на мартенсит или мартенсит и троостит без последующего отпуска.

Соответственно отпуску дифференцировалась на изделиях и мягкая закалка. Все указанные выше режимы полностью удовлетворяли условиям эксплуатации изделий.

Древнерусские письменные памятники о технике термической обработки стали, кроме лаконических упоминаний, как «каленые сабли» или «каленые стрелы», нам ничего не сохранили.

Но в переводной литературе X—XI вв. имеется два очень интересных замечания. Русский переводчик, очень хорошо понимая смысл греческого оригинала, легко подбирая русскую терминологию, писал: «Пещь искушает оцел во калении» [1], т. е. перед нами предельно краткая древнерусская формула об отжиге стали. Наиболее интересна вторая рукопись. Переводчик «XIII слов Григория Богослова» спрашивает «Донъжде сильна любы... възьми възлюбленое; донъждеже горить железо стоуденом да ся калить» [1].

Уже в X в. книжник задумывается о загадочном для него явлении, что нагретое железо (сталь) после охлаждения закаливается, т. е. приобретает новое, очень ценное свойство. Естественно, такой вопрос ему подсказала живая практика металлообрабатывающего ремесла, которое, как мы видели в области термической обработки металла, достигло высокого технического развития. Кстати заметим, что вопрос нашего книжника X в. о природе мартенсита разрешен лишь в XX в. советским ученым, членом-корр. АН СССР Г. В. Курдюмовым.

Очень интересные сведения о закалке напильников, стальных резцов и других инструментов мы находим у цитированного уже нами Теофила. Три маленькие главы посвящены описанию закалки. Приведем их полностью.

«Закалка напильников. Сожгите на огне бычьи рога и примешайте в массу одну треть соли, основательно все размешав. После этого суньте напильники в огонь и когда они накалятся, насыпьте на них со всех сторон приготовленную смесь. Когда все разгорится, надо огонь раскалить до яркого сильного горения, следя за тем, чтобы калильная масса не отпадала. Выньте потом напильники и охлаждайте их равномерно в воде, вытащив их из воды, слегка подсушите над огнем. Таким способом закалите все напильники, которые сделаны из стали» [2].

Перед нами верно изложенная и технически совершенная операция закалки с отпуском. Смесь жженого рога и соли препятствовала обезуглероживанию поверхности напильника и, в частности, верхушек зубьев. Операция подсушивания на огне есть самый обычный низкий отпуск.

В следующей главе излагается закалка острия резца. «Закаливание резцов. Резцы тоже закаливаются, причем следующим образом. Отшлифованные и пригнанные на конце резцы своими передними концами засовываются в огонь. Как только они начинают накаливаться, они вытаскиваются и охлаждаются в воде» [3].

---

[1] И. И. Срезневский. Ук. соч., т. II, стр. 842.

[1] А. Будилович. XIII слов Григория Богослова. СПб., 1875, стр. 92.

[2] W. Theobald. Ук. соч., стр. 71.

[3] Там же, стр. 72.

В этой части изложена технология частичной закалки только острия резца.

И, наконец, в третьей главе Теофил приводит еще способ закалки инструмента. «Приводят еще один способ закаливания инструментов, которыми режут стекло и мягкие камни. Берут трехлетнего барана, привязывают его и в течение трех дней его не кормят. На четвертый день его кормят только папоротником. Спустя два дня такой кормежки, его ставят на следующую ночь в боченок с пробитыми снизу дырами. Под эти дыры ставят сосуд, в который собирается моча барана. Собранная таким образом за две-три ночи в достаточном количестве моча барана вынимается, и в указанной моче закаливают инструмент» [1].

В этой главе важен состав закалочной среды — это моча барана. Она дает бо́льшую скорость охлаждения, чем вода. Закаленные в ней инструменты могли получить структуру наивысшей твердости.

Вообще история мировой техники сохранила немало способов закалки стали, иногда и фантастических. Тут мы встречаем закалку клинков в теле раба, в воздушной струе воздуха, сидя на мчащемся коне, в жидком мучном тесте и т. п.

Уже в X в. древнерусские кузнецы владели почти всеми тонкостями технологии закалки стали. Кузнецы Сарского городища, Пскова, а также и кузнецы, изготовлявшие инвентари Гнездовских и Михайловских курганов, умело применяли закалку с отпуском.

Раскрытие свойств стали и эмпирическое овладение приемами изменять и улучшать эти свойства позволили древнерусским кузнецам создать практическую технологию термической обработки стали, которая явилась важнейшим их вкладом в историю русской техники.

Русские кузнецы не уступали в технике южнонемецким кузнецам, по словам Теофила, славившимся в Европе тонкой работой по железу и другим металлам.

Операция обточки металла, относящаяся к технологии холодной обработки металла резанием, была в древней Руси широко распространенным техническим приемом. Технологически она простиралась от придания светлой и гладкой поверхности предмету до вытачивания форм и отдельных элементов в изделиях. Эта операция в технике производства сопровождала изготовление почти каждого предмета. При изготовлении некоторых видов ножей, иногда кос, частично копий, мечей и других изделий, операция обточки являлась основной в придании формы изделию (см., например, технологию изготовления ножей с многослойными лезвиями).

Обточка металла, т. е. снятие мелкой металлической стружки, производилась точильными кругами и брусками. Материалом кругов и брусков являлся естественный камень. Среди кругов и брусков, известных в археологическом материале, встречается несколько видов камней — песчаник, наждак, корунд. Для более мягкой шлифовки применяли искусственные материалы.

Круглое точило, внешне похожее на жернов, встречено в древнерусских городищенских слоях несколько раз. Находят точила всегда по одному экземпляру [1]. Большое точило очень хорошей сохранности найдено на Екимауцком городище [2]. Точильный круг диаметром 300 мм и толщиной 42 мм имел точно в центре квадратное отверстие для оси. Размер отверстия 40 × 40 мм (рис. 152). Точило было сделано из очень мелкого песчаника.

Точильные круги часто сопровождали обрабатываемые на них изделия. Например, в Старой Рязани точильные круги сопровождались в одном случае двумя серпами, одной косой, семью ножами, двумя долотами, двумя шильями, в другом случае семнадцатью ножами, ножницами, в третьем случае двадцатью ножами, мотыгой [3]. В Гочевском городище точильный круг был найден вместе с саблей [4]. На городище Княжая Гора, в землянке XI—XII вв., в углу стоял прислоненный к стенке один круглый точильный камень и около него несколько ножей, тесло, сверла, брусок и другие вещи. Как указывает Беляшевский, точило (по Беляшевскому, «жернов») было сдела-

[1] W. Theobald. Ук. соч., стр. 72.

[1] Археологи при находке этих камней обычно считали их жерновами. Впервые на них обратил внимание как на точильные круги Б. А. Рыбаков.

[2] Лаборатория ИИМК АН СССР. Коллекции Молдавской экспедиции 1951 г.

[3] А. А. Мансуров. Древнерусские жилища. ИЗ, 1941, № 12, стр. 80—81.

[4] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 216.

но из кирпичной массы [1]. Это наблюдение очень ценно для нас с двух сторон. Во-первых, из кирпичной массы (более точно состав неизвестен) может быть сделано только точило, ибо жернов из кирпичной массы не может быть (мука будет непригодна к употреблению). Во-вторых, это точило свидетельствует о достижении настолько развитой техники точильного дела, что для тонкой и мягкой шлифовки, а также для обточки твердой стали, к которой непригодны песчаник и тем более наждак, ремесленники стали делать точила из искусственных, специально приготовленных материалов.

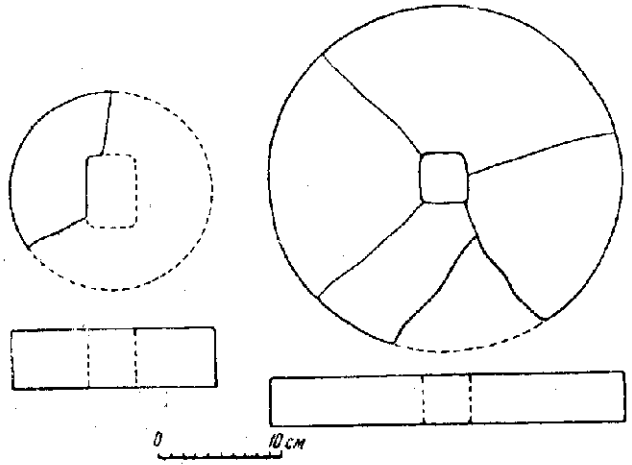


Рис. 152. Точильные круги

Устройство точильного круга нам неизвестно в целом. Но, исходя из широкого распространения и большой трудоемкости операции обточки (вспомним обточку кос, мечей, топоров и тому подобных изделий), мы имеем основания предполагать, что, кроме ручного точила, в древней Руси применялись и точила с ножным приводом.

Очень часто находимые в погребениях и культурных слоях маленькие точильные бруски-оселки могли служить лишь для заточки затупленных во время употребления лезвий ножей, ножниц, кос и тому подобных орудий и инструментов.

Полировку железа и стали, т. е. придание блестящей поверхности изделию, чаще всего применяли оружейники. При производстве мечей и другого дорогого оружия они доводили поверхность металла до блестящего зеркального состояния. Об этом свидетельствуют летописи: «Обнажены меча имуще в руках блещащася аки вода» [1].

Полировку, после предварительной шлифовки на камне, производили вручную. Полирующим инструментом могли служить деревянные лощила, которые смазывали особыми мазями, например, салом с речным илом и мазями другого состава.

Паянием называется процесс, при помощи которого соединяются два или несколько металлических предметов путем ввода между ними более легкоплавкого металла или сплава (припоя), чем соединяемые металлы, и взаимного растворения в этом припое частиц поверхности соединяемых металлов. Этот процесс был известен человеку еще в глубокой древности [2]. Техникой паяния хорошо владели уже металлурги бронзового века. При обработке цветных и благородных металлов процесс паяния с древности до настоящего времени является основным технологическим приемом в соединении отдельных частей изделия.

На территории Восточной Европы еще в античное время паяние широко применялось ювелирами при изготовлении конструктивно сложных украшений из благородных и цветных металлов. Когда появилось паяние железа — сказать трудно, но во всяком случае, уже в IV—V вв. н. э. в верховьях Волги, на городище Березняки, кузнецы применяли паяние железа при изготовлении массовой продукции. Железные обоймы на рукоятках ножей дьяковский кузнец спаивал медным припоем [3]. Это была еще довольно грубая простая пайка обычным твердым припоем.

В Киевской Руси технологию паяния железа и стали мы застаем уже широко применяемой и высоко развитой. Этой технологией, как основным приемом соединения деталей при обработке черного металла, пользовались в первую очередь замочники.

Прочность спаянного шва в основном зависит от вида применяемого припоя. Различают две группы припоев: мягкие, с низкой температурой плавления, и твердые, с высо-

[1] И. Ф. Беляшевский. Раскопки на городище Княжая Гора. АЛЮР, 1899, № 1, стр. 60

[1] ПСРЛ, т. V, стр. 129.

[2] H. Meteffindt. Zur Geschichte der Lottechnik... Zeitschrift Bonner Jahrbücher, CXXIII, 1916, S. 132.

[3] П. Н. Третьяков. К истории племен верхнего Поволжья в первом тысячелетии н. э. МИА СССР, вып. 5, М.— Л., 1941, стр. 66.

кой температурой плавления. Твердые припои придают соединению большую прочность и твердость. История ювелирного дела знает оба вида припоев [1]. У мягких припоев температура плавления не превышает 300°. Наиболее распространенным припоем этой группы являются сплавы на оловянной основе. У твердых припоев температура плавления бывает выше 700°. К этой группе принадлежат сплавы на медной, серебряной и золотой основе. Последние два припоя употребляются исключительно при работе с благородными металлами.

Проведенные исследования паяных швов (спектральный и структурный анализы) на древнерусских замках и ключах к ним показали, что древнерусский замочник применял для спаивания железа и стали твердый припой на медной основе.

В двух случаях (Княжая-31, Райки-17) это была чистая медь лишь со следами олова и свинца [2], в трех случаях (Новгород-27, Владимир-10, Княжая-35) — медь с примесью олова и свинца. Содержание свинца колебалось до 3—5% [3].

Каким же способом производилось спаивание деталей замка, т. е. каким путем нагревали места пайки до температуры расплавления припоя? Нагретым паяльником или паяльной трубкой (их наличие в инструментарии древнерусского ювелира известно археологически) спаять 35 железных деталей, иногда с длинным, глубоким швом и широкой поверхностью, совершенно невозможно. Швы на исследованных замках очень прочные, всегда плотные, с малыми зазорами и целиком заполнены припоем, пористость встречается очень редко (см. фото микроструктур паяных швов, рис. 153).

Единственным способом нагрева шва или одновременно нескольких швов мог быть нагрев всего изделия или спаиваемых деталей в специальном горне или в специальном огнеупорном сосуде (муфель), который в свою очередь нагревался в обычном кузнечном горне.

Подобная пайка стальных и железных изделий в печах широко применяется в современной технике и была известна русским кустарям XVIII—XIX вв.

Суть процесса заключается в следующем. Детали, очищенные в месте паяния от грязи, жира, окислов и окалины, обмазывают по шву медным порошком или прокладывают между ними медную проволоку или пластинку, затем соединяют и, если необходимо, то временно чем-либо скрепляют (обматывают железной проволокой или вставляют в глиняные матрицы) и кладут в горн. При высокой температуре горна (не ниже температуры плавления припоя) медь расплавляется и диффундирует в нагретое железо, которое в свою очередь проникает в медь. Чем меньше зазор в собранных деталях, тем прочнее шов.

Для нас не ясно, каким путем мастер в процессе паяния избегал или удалял окислы на поверхности деталей в месте паяния. В настоящее время в печах создают защитную атмосферу, чего нельзя было сделать в древней Руси. Вероятно, замочник этого достигал следующим путем. Собирая будущий шов, т. е. соединяя детали и обмазывая или прокладывая их медью, он в то же время вместе с припоем клал в шов и флюс, который уже в печи, при высокой температуре, соединяясь с окислом железа, очищал шов, в результате чего швы, видимые нами в микроскоп, получались чистыми, ровными и без пористости.

Горновое паяние, явившееся крупным техническим достижением древнерусской техники, позволило замочникам получать прочные, стойкие соединения деталей из железа и стали и изготовлять надежные замочные механизмы, очень часто состоящие из 40 отдельных деталей.

Технологию покрытия цветными и благородными металлами железа и стали в древней Руси применяли оружейники, замочники и другие ремесленники по металлу.

Оружейники чаще всего применяли покрытие из благородного металла. Вспомним шлем из Черной Могилы или шлем Ярослава Всеволодовича, боевой топорик, приписываемый Андрею Боголюбскому или меч из раскопок Хойновского в Киеве и т. п. Технику покрытия и инкрустации железа благородными металлами очень подробно

---

[1] M. Rosenberg. Geschichte der Goldschmiedekunst... Frankfurt a. M., 1910.

[2] При всех спектральных анализах производились исследования и на цинк; ни в одном случае цинк обнаружен не был.

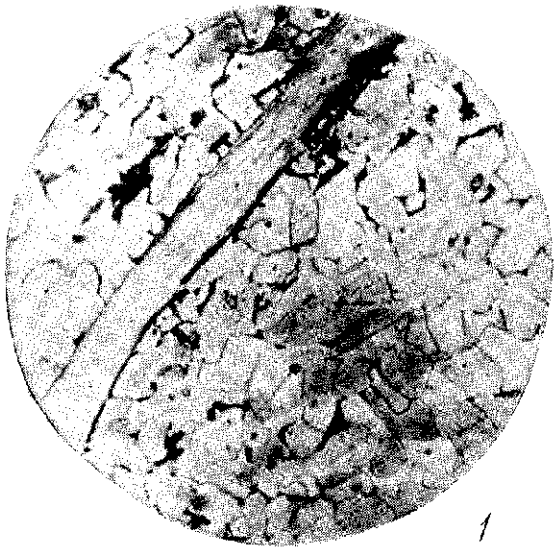
[3] Количественного химического анализа не производилось, так как образцы припоя не могли быть препарированы в достаточном количестве.

изучил Б. А. Рыбаков, и поэтому останавливаться на ней не будем [1].

Более массовой была технология обмеднения железа и стали. Особенно широко применяли ее замочники. Большинство известных нам древнерусских цилиндрических замков XII—XIII вв. были обмеднены.

Технология обмеднения железа технически очень близка к технологии паяния и основана на тех же принципах. Обмеднение производилось, вероятно, горячим способом в горне. Обмеднение железных предметов (колокольчиков) производили русские кустари в начале XIX в. По описанию обследователей, техника обмеднения заключалась в следующем. Железный колокольчик травили в кислоте, затем обсыпали медными опилками и обмазывали густым глиняным тестом. После того, как тесто немного подсыхало, весь комок клали в горн и раздували огонь. Через некоторое время ком вынимали, глину разбивали и получали обмедненный колокольчик. Здесь много неясных частностей (например, чем обмазывали железо для предохранения от окисления), но в общем технология ясна. Вполне допустимо предположить подобную технологию и для древней Руси, учитывая, что замочники были хорошо знакомы с такой сложной технологией, как горновое паяние. Кроме замков, ремесленники обмедняли и другие бытовые предметы, например, ножницы, поясные пряжки, булавки, кресала, оковки ларцев и т. п.

Широко применяли древнерусские кузнецы покрытие железа и стали оловянисто-свинцовыми сплавами. Такие изделия, как например, всевозможные булавки, пряжки, стержни фибул и т. п. покрывались сплавом целиком. Но иногда сплавом покрывали только часть изделия, в основном элементы украшения.



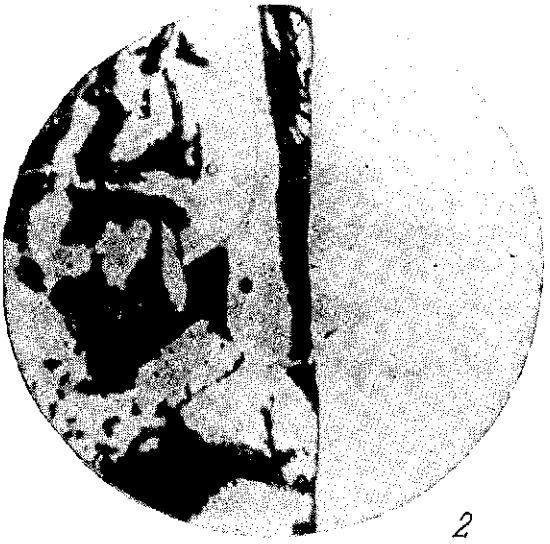


Рис. 153. Микроструктура паяного шва
1 — ув. 100; *2* — 500; правое белое поле — медный припой шва

Например, на стержне ножниц часто делались орнаментальные валики, которые затем покрывались сплавом, получалось красивое изделие; на темносером фоне железа выделялись серебристые венчики; на некоторых больших булавках кузнецы вдоль стержня делали канавки, поверхность которых покрывали сплавом.

* * *

Технология кузнечного ремесла, создаваемая эмпирическим путем, была во многом для кузнеца загадочной, а так как «сила железа» в нем самом вызывала страх, то практические технологические приемы обработки железа сопровождались часто заклинаниями, заговорами и ритуальными обрядами.

---

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР. 1948, стр. 234, 323.

Этнографический и фольклорный материал разных народов сохранил нам множество поверий, связанных с кузнечным ремеслом.

Индийские металлурги считали, что «божеством, которое покровительствует их профессии, является Loha-Sur, который, по предположению, живет в плавильных печах и которому они приносят в жертву черную курицу. Раньше у них был обычай приносить в жертву черную корову. Они поклоняются своим кузнечным орудиям в день Dasahra и в течение Phagun приносят им в жертву домашнюю птицу» [1]. Не приносили ли подобную жертву и древнерусские металлурги? В Пскове, рядом с сыродутными печами VIII в., были обнаружены жертвенники с большим количеством жженых костей [2].

Приносили жертву кузнечному богу Шашв еще в прошлом столетии кузнецы Абхазии. Жертвенными животными во время празднества были холощеный козел или непокрытая коза. Иногда козу заменяли поросенком [3]. То же самое мы наблюдаем и в Мигрелии [4]. Подобные жертвоприношения мы встречаем у некоторых племен Африки и Австралии.

Среди языческих богов древней Руси также был покровитель кузнецов и всех ремесленников, творец металла, бог-кузнец — Сварог. Древнерусский летописец, рассказывая несколько слышанных им легенд, пишет «по немь (царствовал.— *Б. К.*) Феоста (Гефест.— *Б. К.*) иже и Соварога нарекоша Егуптяне. Царствующю сему Феосте в Египте, во время царства его, спадоша клеще с небес, нача ковати оружье, преже бо того палицами и камением бяхуся. То же Феоста закон оустави... единому можю едину жену имети, и жене за один моужь посагати, аще ли кто переступить, да ввергуть и в пещь огненну. Сего ради прозваша и Сварогом» [5].

[1] W. Crooke. The Tribes and castes... Calcuta, 1896, т. I, стр. 8.
[2] С. А. Тараканова. Новые материалы по археологии Пскова. КСИИМК, вып. XXXIII, стр. 58.
[3] Н. С. Джанашия. Абхазский культ и быт. Христианский Восток, т. V, вып. 3, СПб., 1917, стр. 170.
[4] И. Кобалия. Из мифической Колхиды. Сборник материалов по описанию племен Кавказа, т. XXXII, часть III, 1903, стр. 111.
[5] ПСРЛ, т. II, стр. 274.

Вместе с христианством, заменившим язычество, на Русь пришли божественные кузнецы, покровители кузнечного ремесла и кузнецов — Кузьма и Демьян. День Кузьмы и Демьяна, по православному календарю, 1 ноября, был праздником кузнецов. В этот день они не работали.

Очень много поверий и обрядов было связано с орудиями труда кузнеца. Так же, как кузнецам, им приписывалась магическая, таинственная сила. Особенно почитаемым был молот, как основное орудие кузнеца. Впоследствии молот превратился в символ всякой работы и рабочего. У негров Люкении «молот — начальник всем духам, обитающим в орудиях кузнеца», и если во время работы молот соскочит с рукоятки и попадет в кого-нибудь, то «надо торжественным обрядом очистить пострадавшего, иначе он умрет от действия силы, заключенной в молоте» [1]. Подобное почитание имели и другие орудия кузнеца — наковальня, клещи. Наковальня служила алтарем во время жертвоприношения богу-кузнецу [2] или же на ней присягали: «Каждую субботу на наковальнях в кузницах зажигают восковые свечи и каждый подмастерье должен становиться на колени и целовать наковальню» [3].

Многим технологическим операциям кузнеца также сопутствовали разнообразные обряды, заговоры и т. п. Особенно таинственно должна была происходить наиболее загадочная операция — закалка стальных лезвий орудий труда и оружия. В темной кузнице, темнота которой была необходима практически для определения цвета каления металла, произнося заговоры и заклинания, кузнец нагревал изделия и затем опускал их в специально приготовленную жидкость.

Вот как описывается закалка стали в карело-финском народном эпосе «Калевала»:

«И кователь Илмаринен
Сам об этом поразмыслил,
Положил золы немного,
Чуть-чуть щелоку прибавил
В жидкость для закалки стали».

[1] B. Guttmann. Der Schmied und seine Kunst. Zeitschrift f. Ethnolog. 1912, S. 83.
[2] С. Званбай. Очерк абхазской мифологии. Газета «Кавказ», 1867, № 75.
[3] Г. Ф. Чурин. Народные обычаи и верования Кахетии. ЭКОРГО, кн. XXV, вып. 2, 1905, стр. 31.

Составив технически верный быстродействующий охладитель стали, Илмаринен считал, что

«Эта смесь не обратится
В жидкость для закалки стали».

Чтобы в этой смеси сталь закалилась, стала твердой, острой «с могуществом ужасным», злой дух Хиси

«...Приносит змей шипенье,
Черный яд ехидны злобной,
Муравьиный яд приносит
И сокрытый яд лягушки
В жидкость для закалки стали»[1].

Древнерусские письменные источники и русский фольклор нам не сохранили описания обрядов, заговоров и ритуалов, связанных с кузнечным делом, но без сомнения и в этой области кузнецы древних славян не являлись исключением.

Мы не знаем, чему придавал большее значение древнерусский кузнец: точности магической формулы заклинания или точному температурному режиму технологического процесса; но мы знаем, что закалка стали у него всегда получалась удачной, полностью соответствуя техническим условиям изготовляемых изделий.

ГЛАВА XIV

ВЫВОДЫ

Мы изучили 41 вид древнерусских изделий из черного металла в общем количестве 286 экземпляров. Среди них орудий труда 10 видов (135 экз.), инструмента 11 видов (49 экз.), оружия семь видов (57 экз.), домашней утвари семь видов (26 экз.) и прочих изделий шесть видов (19 экз.). Сведя воедино все данные, мы получим следующую картину.

Все качественные изделия материалом своей рабочей части (у большинства изделий — это режущие лезвия) имели термически обработанную сталь.

Применялись следующие четыре способа изготовления стального лезвия:

1) изготовление многослойного лезвия с выходом стальной пластины на рабочую часть;

2) наварка стальной пластины на рабочую часть;

3) изготовление цельностального изделия;

4) цементация поверхности рабочей части или всего изделия.

Наиболее распространенной технологией была наварка стального лезвия на железную основу изделия. Такую технологию имели 57% изученных нами качественных изделий. На втором месте по степени применения была технология изготовления цельностального изделия. Подобную технологию имели 26,5% изделий. На третьем месте была технология изготовления многослойных лезвий,— ее имели 12% изделий. Но следует заметить, что в X в. у некоторых изделий, например ножей, эта технология была основной. На четвертом месте была технология цементации — 4,5% всех изделий.

Все прочие изделия, относящиеся к некачественным, где не требовалось острых, твердых и стойких лезвий или поверхностей, изготовлялись из железа.

Ниже мы приводим табл. 8, показывающую материал и термическую обработку всех изученных нами изделий.

Территориально эта технология в древней Руси распределялась довольно однородно. На юге и на севере Руси мы встречаем одни и те же технические приемы и одну и ту же закономерность их применения. Мы условно объединили изделия по трем группам, соответственно территориальной принадлежности археологического памятника, с которого они взяты. Нами выделены памятники Новгородской земли, в другую группу вошли памятники Смоленщины и Волго-Окского междуречья и в третью группу памятники Киевщины. В табл. 9 приведены эти данные.

И, наконец, сравнивая технику производства качественных изделий, происходящих из городских и городищенских слоев (195 изделий) и из деревенских курганов (85 изделий), мы также не наблюдаем большого

[1] Калевала, издание 1933 года, стр. 45, 46.

Таблица 8

№ п/п.	Название	Всего исследовано	Материал рабочей части		Термическая обработка стального лезвия	
			сталь	железо	термически обработан	не обрабатывался
1	2	3	4	5	6	7
	Орудия труда					
1	Ножи	63	55	8*	54	1
2	Ножницы	9	9	—	7	2
3	Серпы	23	19	4*	18	1
4	Косы	12	11	1*	11	—
5	Топоры	22	21	1*	20	1
6	Сошники	1	—	1	—	—
7	Лопаты	1	—	1	—	—
8	Гарпуны	2	1	1	1	—
9	Крючки рыболовные	1	—	1	—	—
10	Остроги	1	—	1	—	—
	Всего	135	116	19	111	5
	Инструменты					
1	Зубила	4	4	—	4	—
2	Напильники	14	14	—	14	—
3	Долота	12	11	1*	11	—
4	Скобели	4	3	1*	2	1
5	Струг по дереву	1	1	—	1	—
6	Резцы	6	4	2**	4	—
7	Струги кожевенные	1	1	—	1	—
8	Резаки	1	1	—	1	—
9	Сверла	2	2	—	2	—
10	Пилы	2	2	—	1	1
11	Тесла	2	2	—	1	1
	Всего	49	45	4	42	3
	Оружие					
1	Мечи	12	11	1*	11	—
2	Копья	25	22	3*	14	8
3	Боевые топорики	5	5	—	4	1
4	Стрелы	11	2	9	2	—
5	Шлем	1	—	1	—	—
6	Кольчуга	2	—	2	—	—
7	Умбон	1	—	1	—	—
	Всего	57	40	17	31	9
	Домашняя утварь					
1	Замки (корпус)	5	—	5	—	—
2	Ключи	4	—	4	—	—
3	Пружины (замочные)	12	12	—	10	2
4	Кресало	1	1	—	—	1
5	Чапельник	1	—	1	—	—
6	Кочедык	2	—	2	—	—
7	*Дужка ведра*	1	—	1	—	—
	Всего	26	13	13	10	3

Таблица 8 (окончание)

№ п/п.	Название	Всего исследовано	Материал рабочей части		Термическая обработка стального лезвия	
			сталь	железо	термически обработан	не обрабатывался
1	2	3	4	5	6	7
	Прочие изделия					
1	Гвозди	12	—	12	—	—
2	Заклепки	3	—	3	—	—
3	Скобы	1	—	1	—	—
4	Подковы	1	—	1	—	—
5	Удила	1	—	1	—	—
6	Шпоры	1	—	1	—	—
	Всего	19	—	19	—	—
	Итого по всем видам	286	214	72	194	20

* Лезвие сточено или в разрушенном состоянии. Осталась железная основа.
** Шлиф сделан не в рабочей части.

Таблица 9

Район	Всего	Стальные	Технология стального изделия				Железные	Термически обработанные
			наварка	цельностальные	вварка	цементация		
Новгородские земли	106	81 100%	53 65%	16 20%	9 11%	3 4%	25	74 91%
Центральная полоса	99	75 100%	36 48%	23 31%	12 16%	4 5%	24	65 87%
Киевщина	76	53 100%	31 59%	14 26%	3 6%	5 9%	23	47 89%

различия в технологии их изготовления. Но особенно близко сходство в технологии производства таких сложных качественных изделий, как серпы и косы.

Основные итоги третьей части могут быть сведены к следующим выводам:

1. Древнерусский инвентарь, изготовленный из черного металла, соответственно техническим условиям его применения разделялся на качественный и обычный. Качественный изготовлялся из железа и стали или из одной стали с последующей термической обработкой. Обычные изделия изготовлялись только из железа.

2. Основной технологией изготовления качественных изделий было соединение в изделии путем сварки стального лезвия с железной основой. Кроме того, применялась цементация, а также изготовление цельностальных изделий.

3. Сталь для качественных изделий бралась средне- или высокоуглеродистой (0,5—0,9%). Иногда применялась после сварки дополнительная цементация. В таких лезвиях содержание углерода достигало 1,2%.

4. Овладение сталью шло по линии улучшения ее свойства путем термической обработки. К XI в. русские кузнецы в совер-

шенстве владели режимами термической обработки — мягкой закалкой и закалкой с отпуском. При выборе режима термической обработки кузнецы исходили из технических условий того или иного изделия.

5. Русские кузнецы X в., в совершенстве овладев операциями сварки железа и стали и термической обработки больших изделий, изготовляли и такое сложное изделие, как меч. Основная масса известных нам археологически мечей является продукцией русских кузнецов.

6. Крупным техническим достижением явилось горновое паяние медью железа и стали. Эта технология позволила изготовлять очень сложные замочные механизмы, иногда состоящие из 40 спаянных железных деталей.

7. Русские кузнецы уже в X в. применяли сложноузорчатую сварку (дамаск). Образцы такой сварки известны на мечах и ножах.

8. Инструментарий русского кузнеца полностью соответствовал технологии металлообрабатывающего производства. Русский кузнец был обеспечен всем необходимым инструментом для горячей и холодной обработки железа и стали. Особенное внимание обращает высокое качество такого инструмента, как напильники. Большинство форм инструмента сохранилось до наших дней.

ЧЕТВЕРТАЯ ЧАСТЬ

РЕМЕСЛО И РЕМЕСЛЕННИКИ

ГЛАВА I

ГОРОДСКИЕ И ДЕРЕВЕНСКИЕ КУЗНЕЦЫ

Бурный рост производительных сил у славянских племен Восточной Европы в VI—VIII вв. н. э. завершился в IX в. возникновением древнерусского государства. Северные племена восточных славян во второй половине I тысячелетия н. э., вступив в период быстрого развития своей экономики, ко времени образования Киевской Руси догнали южные области.

Орудия производства, являющиеся материальной основой производительных сил, претерпели значительные изменения. Особенно резкий перелом произошел в орудиях труда и ремесленном инструменте, изготовляемых из железа и стали. Из черного металла в этот период изготовлялись уже все основные виды орудий производства.

Если мы сравним орудия труда и инструменты с позднедьяковских городищ Волго-Окского междуречья и Белорусских городищ I—VII вв. н. э. с ранним древнерусским инвентарем, то легко заметим резкое различие как в самой номенклатуре изделий, их форме и конструкции, так и в технике их изготовления. Появилось много новых видов орудий и инструментов. В сельскохозяйственных орудиях труда произошел коренной перелом. Появилось орудие пашенного земледелия — сошник, изменили форму и конструкцию серп и коса. В деревообрабатывающих орудиях также произошло изменение — появилась новая форма топора с наибольшим коэффициентом полезного действия, новый вид скобеля, появилась пила, резко изменился и расширился инструментарий ремесленников, среди оружия появилось много видов военного снаряжения, неизвестного еще в V—VI вв. И вместе со всем этим, естественно, изменилась и техника металлообрабатывающего ремесла.

В исследованных нами образцах IX в. (Сарское городище, Псков, частично Подболотьевский могильник) в количестве 15 экз. и в образцах X в. (дружинные курганы, Новгород, Псков, городища Глазовского района) в количестве 88 экз. мы уже застаем новые формы орудий труда, оружия и инструментов и высокоразвитую технику их изготовления. Образцы с Сарского городища и из Пскова, а также из Подболотьевского могильника показывают нам очень развитую технологию их производства. Тут мы встречаем и совершенную сварку железа и стали (наварку и сварку лезвий) и технологию термической обработки стали (закалку с отпуском).

Процесс зарождения ремесла по обработке железа и стали — основной отрасли древнерусской промышленности — остается пока еще невыясненным [1], но для нас ясно, что этот процесс происходил не в X и не в IX вв., а раньше, именно в VII—VIII вв., которые в русской истории остаются еще очень туманными и малоизученными. Качественный сдвиг в техническом строе материальной культуры и, в частности, в технике обработки металлов, мог происходить только во время выделения из общины ремесленных «больших семей», а затем и индивидуальных мастеров, когда ремесленная

[1] Над этой большой и самостоятельной темой автор работает в настоящее время.

деятельность у этих членов общины становится основным занятием.

Но это был лишь первый этап технического прогресса, ибо в доклассовом обществе ограниченность продукции, которая не выходила дальше рамок общины, не могла довести ремесленную специализацию до конца и ремесленник не мог сузить свою профессиональную технологию только до обработки железа.

Первый ремесленник общины был единственным «специалистом» и являлся универсальным мастером. Многочисленные этнографические примеры говорят нам о том, что, например, в северной Индии кузнец обычно был мастером на все руки [1], или у негров Конго «обыкновенно кузнец изготовляет не только орудия, он обрабатывает в то же время и дерево, изготовляет украшения и драгоценности» [2]. Вспомним, кем только не был «вековечный кователь Илмаринен». Он был плотником, кораблестроителем, ювелиром, сапожником, портным и универсальным кузнецом [3]. Русский термин «кузнец» в древности, очевидно еще в докиевский период, означал ремесленника вообще. «Кузнь», т. е. изделия кузнеца в древнейших русских письменных памятниках означала изделия из черного, цветного и благородного металла, из стекла и других материалов. «Важнейшее и древнейшее из ремесел,— пишет Буслаев,— было кузнечное. Слово «ковать» означало работу вообще» [4]. Отсюда слово «ковы» и «коварство». Слово «коварство» в более древнем значении имело смысл «уменье», «разумность», «смышленность» [5].

Второй этап технического прогресса и развития ремесла происходил во время образования классового общества, когда узкие рамки общинного сбыта стали расширяться, и кузнец мог заняться только обработкой железа, изготовляя железные орудия производства на более широкий рынок.

Именно в этот период, время «великих изобретений» в древней Руси, были созданы новые виды орудий труда, инструмента и новая техника обработки железа и стали.

К слову «кузнец», т. е. кователь, делатель, которое уже не могло обозначать конкретного ремесленника по обработке железа или других материалов, стали добавлять «кузнец железу», «кузнец меди», «кузнец серебру», «кузнец злату». Лишь позднее, когда новые ремесла получили свою собственную терминологию, за словом кузнец сохранилось понятие, как ковач железа.

В северной полосе в VIII—IX вв. возникают поселения нового типа, в которых живут еще большие семьи, но, наряду с земледелием, у некоторых из них важной отраслью хозяйства становится ремесло, продукция которого идет не только на заказ сородичей, но и на более широкий сбыт. Примером подобных поселений, зародышей городов являются Старая Ладога [1], ранний Псков [2], Сарское городище [3], ранний Полоцк [4] и др.

Ремесленники этих поселков, имея сбыт своей продукции в ближайшей округе, на основе тысячелетнего технического опыта создавали новую технику, новые формы орудий производства, создавали материальные предпосылки новому бурному подъему производительных сил Восточной Европы.

Сложность и специфичность технических приемов, большая трудоемкость разнообразных работ и таинственность металлургического и металлообрабатывающего производства очень рано, очевидно уже в первые периоды овладения человека железом, обособливали людей, занятых добычей и обработкой железа, среди других членов родового коллектива. Но первое время металлурги совмещали работу по производству металла и последующей его обработке с другими работами по ремесленному производству.

Развитие производства, которое начинается «всегда с изменений и развития производительных сил, прежде всего — с изменений и развития орудий производства» [5]

---

[1] L. Beck. Ук. соч., стр. 230.

[2] I. Maes. La metallurgie.. Lukenie. Ethnologica, т. IV, Lpz. 1930, стр. 84.

[3] Калевала. М., 1933, стр. 45, 90, 100 и др.

[4] Ф. И. Буслаев. Исторические очерки русской народной словесности и искусства, т. I. СПб., 1861, стр. 259.

[5] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 486.

[1] В. И. Равдоникас, Старая Ладога. СА, т. XII, стр. 40.

[2] С. А. Тараканова. Отчет о раскопках в Пскове в 1948 г. Рукопись в архиве ИИМК.

[3] Д. Н. Эдинг. Сарское городище. Ростов, 1928.

[4] А. Н. Лауданскі. Археологічны дослледы. Працы археологічнай камісіі, т. II, стр. 172.

[5] И. Сталин. О диалектическом и историческом материализме, стр. 56.

возрастание потребности в железных орудиях труда и инструменте, рост военной техники и особенно производства оружия, усложнение и умножение отдельных видов железных изделий и повышение технических требований на кузнечную продукцию, а отсюда и усложнение кузнечной технологии,— все это приводит к тому, что кузнечное дело становится важной отраслью в общинном хозяйстве. Сородичи освобождают кузнеца от работы по добыванию пищи, одежды, обуви, и он превращается в первого ремесленника общины. В это же время кузнецы прекращают заниматься производством железа, обязанность добывания которого целиком ложится на металлургов.

Дальнейшее развитие ремесленного производства приводит к усовершенствованию техники изготовления железных изделий, повышению производительности труда. Начавшийся процесс разделения труда и производственной дифференциации не ограничивается только распределением производственных функций, а с неизбежностью дробит самую общину и разрушает общинный строй. Кузнец становится товаропроизводителем.

Но это лишь схема, ибо на огромной территории Восточной Европы, в разных конкретных условиях, по-разному и не одновременно происходил процесс развития производительных сил, процесс выделения ремесла и развития его техники.

Древнюю Русь IX—X вв. мы застаем уже на таком этапе развития производительных сил, и в частности металлургической и кузнечной техники, где кузнецы уже выделились из сельской общины, отделились от металлургов и превратились в самостоятельных ремесленников, живущих в городах или вотчинах русских феодалов. Дальнейшее развитие производительных сил, появление новых орудий труда, инструмента и оружия усложняло ковочную технику, повышало квалификацию ремесленника и дифференцировало кузнечное ремесло. Стали появляться отдельные кузнечные специальности по изготовлению определенных видов орудий труда, оружия и инструмента.

Важнейшим вопросом истории экономики древней Руси является выяснение характера товарных отношений между городскими ремесленниками и сельскими производителями, выяснение производственной дифференциации между городскими и деревенскими кузнецами. При всей скудости письменных данных о ремесле, вследствие чего мы не можем окончательно формулировать выводы о состоянии древнерусского металлообрабатывающего ремесла, мы считаем все же возможным рассматривать эту проблему на базе нашего массового археологического и технологического материала.

Где и как приобретал древнерусский земледелец серпы и косы, ножи и ножницы, топоры, скобели и тому подобные орудия труда, дошедшие до нас в деревенских курганах? Как нам известно по археологическим материалам, этот инвентарь в крестьянском хозяйстве древней Руси имел очень широкое распространение.

Разностороннее изучение кузнечной техники древней Руси на конкретных изделиях русского ремесла показало нам изумительную технологию изготовления качественных изделий и высокое мастерство ремесленников, владевших сложными техническими приемами.

Б. А. Рыбаков, изучая технику и экономику древнерусского ремесла, рассматривает его по двум разделам: ремесло деревенское и ремесло городское. Такое деление, по мнению Б. А. Рыбакова, должно вытекать из самого археологического материала, который обычно делится на деревенский и городской. «...Массовый курганный материал различных русских княжеств дает нам продукцию деревенских ремесленников в таком количестве, что позволяет построить очерк истории специально деревенского ремесла» [1]. Далее идет анализ техники и экономики кузнечного, ювелирного и гончарного ремесла, «которые в X—XIII вв. выделились в самостоятельные ремесла с работой на заказ» [2].

Резюмируя обзор деревенского ремесла, Б. А. Рыбаков приходит к выводу, что деревенское гончарное ремесло отличалось от городского меньшей тщательностью отделки, меньшим разнообразием форм и номенклатуры изделий [3]. Деревенское ювелирное ремесло, в отличие от городского, ограничивалось только технически примитивными приемами литья, ковки, чеканки и волочения [4].

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 122.
[2] Там же, стр. 182.
[3] Там же, стр. 432.
[4] Там же, стр. 161.

Деревенские ювелиры совершенно не владели такими техническими приемами и видами работ, как тиснение и штамповка, чернение и позолота, инкрустация и филигрань, зернь и эмаль. Элементы технологии у деревенских ювелиров были грубее, чем у городских. В формах и конструкции украшений в сильной степени чувствовались традиции предшествующих эпох.

В третьей части мы показали, что весь древнерусский железный инвентарь по своим техническим условиям делится на качественный и обычный (некачественный). Изготовление качественных изделий требует особой сложности технологии со всевозможными приемами — сварки железа и стали, термической обработки, цементации, паяния и т. п. Технология изготовления обычных железных изделий ограничивалась элементарными приемами кузнечной ковки и сварки.

К числу качественных изделий среди деревенского инвентаря относятся: серпы, косы, ножи, ножницы, топоры, скобели, долота, резцы, копья, сверла; сюда же относятся висячие и врезные замки.

К числу некачественных изделий среди деревенского инвентаря относятся: сошники, лемехи, чересла, оковки лопат, мотыги, подпятники и оси жерновов, медорезки, древолазные шипы, багры, крючки, гвозди, скобы заклепки, шайбы, пробои, кресала, сковороды, чапельники, кочедыки, котлы, ручки, ушки и обручи от ведер, крючки, щеколды, кольца, светцы, ключи к деревянным запорам, подковы, удила, булавки и т. п., всего более 40 видов.

Если мы сравним городские (т. е. находимые в городах и на городищах) и деревенские (т. е. находимые в деревенских курганах) перечисленные выше качественные изделия, то мы обнаружим как однообразие их форм и конструкций, так и одинаково сложную технику их изготовления. Ниже мы приводим табл. 10, в которой сравниваем технологические элементы изготовления городских и деревенских (по месту находки) качественных изделий. В сравнение вошли только изделия из числа исследованных нами и найденных как в городе, так и в деревенских курганах. Это — ножи, ножницы, топоры, долота, серпы, косы, копья, резцы, тесла, замки и ключи.

Сравнение конструктивных элементов этих изделий и технологических приемов их изготовления показывают нам, что ремесленники, изготовлявшие как городской, так и деревенский качественный стальной инвентарь, в одинаковой степени владели техникой своего производства, которая требовала специализированных навыков в изготовлении тех или иных форм и конструкций, большого опыта при термической обработке определенного вида изделий (например, у ножа — режим один, у топора — уже другой, а у косы — третий) и окончательной его отделки.

Производство перечисленных качественных изделий, как и многих других, не вошедших в табл. 10, требовало такой технологии, которой мог владеть только специализированный кузнец [1]. Не нужно забывать, что мы имеем от древней Руси более 150 видов железных и стальных предметов, каждый из которых в свою очередь имел по несколько форм и размеров. Изготовление такого многообразного по форме и качеству инвентаря даже в деревне, где он был несколько малочисленнее, совершенно исключало кузнеца-универсала, который с соответствующим качеством мог бы изготовлять гвозди, подковы, цепи, ножи, серпы и косы. Тут был необходим специализированный ремесленник, особенно при изготовлении качественных изделий.

В виде примера сложнейшей техники изготовления качественного изделия мы приведем технологию косы, найденной в кургане № 9 у дер. Систа из раскопок Л. К. Ивановского [2]. Коса обычного северного типа имела многослойное стальное лезвие, термически обработанное. Структура стального лезвия — мартенсит и троостит. Сложность изготовления сварного клинка косы, длина которого более 600 мм, почти ничем не отличается от изготовления клинка меча. Такую косу деревенский кузнец-универсал изготовить не мог. Не многим легче было и изготовление серпов.

Таким образом, мы могли бы сделать вывод, что среди деревенских ремесленников, кроме гончаров и ювелиров, должны были быть высококвалифицированные специализированные кузнецы-ремесленники по изготовлению определенных качественных видов орудий труда, инструмента и оружия. Но

[1] О специализации древнерусских кузнецов мы будем подробнее говорить ниже.

[2] Л. К. Ивановский. Ук. соч., стр. 98.

Таблица 10

	Городской инвентарь	Деревенский инвентарь
Всего исследовано	105	76
Многослойная сварка лезвий	13	8
Наварка стальных лезвий	53	39
Цельностальные лезвия	18	21
Паяные медью	6	3
Выточка изделий на точильных кругах	13	8
По техническим условиям изделия необходима термическая обработка	84	68
Всего термически обработано	76	63
Из них: Закалка	26	19
Из них: Закалка с отпуском	50	44

тогда непонятно, почему их товарищи по ремеслу, ювелиры и гончары, так отстали в своей технике производства от городских. А городские ювелиры, как исчерпывающе доказал Б. А. Рыбаков, славились своей виртуозной работой не только в русских городах, но и далеко за пределами своей родины [1].

Качественные стальные орудия труда, многие инструменты и оружие древнерусский смерд получал от городского специализированного ремесленника. На долю же деревенского кузнеца приходилось большое количество железных изделий (более 40 видов), в изготовлении которых требовалась лишь очень простая кузнечная ковка и сварка.

Как известно, «первой формой промышленности, отрываемой от патриархального земледелия, является ремесло, т. е. производство изделий по заказу потребителя» [2]. Этот процесс общественного разделения труда приводит к образованию города как центра товарного производства. Так же, как и в других странах европейского средневековья, в древней Руси города появляются в конце I тысячелетия н. э., в IX—X вв.

Возникновение древнерусского города, как и города в Западной Европе, прежде всего обусловливалось потребностью сельского населения в ремесленной продукции. Член-корреспондент Академии Наук СССР М. Н. Тихомиров указывает, что города в древней Руси в первую очередь возникают там, где развивается сельское хозяйство и ремесло. «Развитие ремесла приводило к созданию городских посадов... Если бы не было постоянного спроса на ремесленные изделия в соседней округе, городской посад не мог бы развиваться» [1].

Академик Б. Д. Греков, разделяя это положение М. Н. Тихомирова, добавляет: «Спрос сельского населения на ремесленную продукцию обусловливает появление городского посада». И далее: «...я хочу ...показать, что докиевская Русь находилась на таком уровне общественного развития, что появление города, как средоточия ремесла и торговли, а иногда и административного центра, было вполне закономерным» [2].

О том, что спрос сельского населения на ремесленную продукцию городов был очень большим и беспрерывно возрастал, нам говорит быстрый рост древнерусских городов. К середине XIII в. количество городов исчислялось несколькими сотнями [3].

Первыми ремесленниками, порывающими с земледелием и отделяющимися от сельской общины, у всех народов всегда были кузнецы. «Одним из самых распространенных видов ремесленного производства было кузнечное дело»,— пишет о городском ремесле М. Н. Тихомиров [4]. Русские летописи и другие письменные источники, иногда косвенно упоминая ремесленные специальности, называют кузнеца и кузнеца железа в несколько раз чаще, чем все прочие, вместе взятые ремесла.

Ремесленники по обработке железа и стали, как и другие ремесленники город-

---

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 522.
[2] В. И. Ленин. Соч., т. III, стр. 285—286.

[1] М. Н. Тихомиров. Древнерусские города. М., 1946, стр. 39.
[2] Б. Д. Греков. Киевская Русь. М., 1949, стр. 98, 100.
[3] М. Н. Тихомиров. Ук. соч., стр. 24.
[4] Там же, стр. 128.

ского посада, свое ремесло сделали основным средством получения жизненных благ. Пищу, одежду, обувь и другие материальные блага ремесленник должен покупать, т. е. обменивать на продукцию своего ремесла. Это приводит к тому, что в городах возникает спрос на сельскую продукцию и прежде всего на продукты питания. Древнерусский городской торг, подробно изображенный Русской Правдой и Киево-Печерским патериком, представляет оживленное место в городе, где можно купить рожь, пшеницу, просо, овес, овощи, рыбу, мясо, молоко, сыр, масло, печеный хлеб и многое другое. Эти товары от их производителя — русского крестьянина — на торг могли попасть по двум каналам. Во-первых, через феодала, который путем внеэкономического принуждения получал в виде натурального оброка с зависимого смерда его продукцию, а затем продавал на торгу. Но это не могло быть общим правилом, так как феодалу-вотчиннику необходимо было кормить многочисленную челядь, которая не ходила за плугом, не пахала землю. Во-вторых, по линии свободного обмена между смердом и городским ремесленником. Это облегчалось тем, что свободный крестьянин представлял еще основную массу сельского населения всей Руси. «Не следует забывать,— пишет академик Б. Д. Греков,— что огромная масса сельского населения в это время (т. е. в IX—XII вв.— *Б. К.*) еще не испытала этой участи (т. е. феодального закрепощения.— *Б. К.*) и продолжала жить свободно под защитой своих общин» [1], платя государству подымную, или иначе поральную, небольшую подать и неся ряд повинностей.

Какой же эквивалент за свою продукцию получал смерд от городского ремесленника? В нашей археологической литературе считают, что единственными городскими вещами в деревенском инвентаре являются стеклянные и сердоликовые бусы, глиняные писанки, разнообразные подвески, крестики с эмалью и шиферные пряслица. Последние являлись в свою очередь продукцией опять же деревенских ремесленников (пять селений в районе залегания шифера близ Овруча), сбываемой по всей Руси через городской торг или бродячих торговцев. Если мы этим ограничимся, то уместно будет задать нам вопрос: неужели русский крестьянин кормил посадских ремесленников за стеклянные бусы, крестики с эмалью и шиферные пряслица? Неужели товарные отношения между городом и деревней строились на этой продукции? Для кого же высококвалифицированные ремесленники многочисленных городов (а их в XIII в. было не менее трехсот) изготовляли свою продукцию, и в частности, довольно значительная группа ремесленников по обработке железа и стали? Нам кажется, что ответ вытекает сам собою. Городские ремесленники бо́льшую часть своей продукции сбывали в деревню, крестьянину. Остальная часть расходилась среди жителей (не только ремесленников и торговцев) своего и соседнего города.

Одно из основных мест среди продукции, уходящей на деревенский рынок, занимали качественные стальные орудия труда, инструменты и оружие. Известные нам стальные закаленные орудия труда (косы, серпы, ножи, ножницы, топоры, скобели), инструменты (резцы, сверла), оружие (копья) и замки из деревенских курганов в основной массе были сделаны городскими специализированными кузнецами-ремесленниками.

Археологическим примером нам может служить Райковецкая кузница, в которой были найдены серпы связками, по восемь серпов,— производство, явно рассчитанное на продажу в ближайшей округе. Правда, Райковецкое городище еще не город в полном смысле слова; это — пограничный поселок, гарнизон которого занимается ремеслом, рассчитанным на широкий сбыт своей продукции. Если бы деревенские кузнецы в округе Райковецкого городища изготовляли сами серпы, то для кого могли предназначаться серпы, изготовленные райковецким кузнецом (их на городище найдено 113 штук)? И характерно еще то, что в кузнице изготовлялись не крючки, гвозди, сковороды, скобы и т. п. железный инвентарь, а именно стальные серпы.

Безусловно, что среди деревенских ремесленников в древней Руси существовали и кузнецы, но они, вероятнее всего, являлись универсалами и, употребляя выражение XVI в., «делали всякое кузничное черное дело», т. е. изготовляли и ремонтировали

[1] Б. Д. Греков. Крестьяне на Руси. М., 1946, стр. 82.

многочисленный железный инвентарь деревни (как мы видели, он составлял более 40 видов). Не исключена также возможность, что некоторые деревенские кузнецы иногда изготовляли и качественные орудия труда. Но это для древнерусской деревни не было явлением обычным.

Итак, древнерусское металлообрабатывающее ремесло в своей главной отрасли, производстве качественных стальных изделий, выступает перед нами как ремесло городское, посадское, работающее на широкий сбыт своей продукции в ближайших селах и деревнях. Поэтому находимые нами в деревенских курганах и в городских слоях стальные орудия труда, инструменты и оружие имеют абсолютно одинаковые формы, конструкцию, а главное специализированную, тонко разработанную технологию их изготовления.

И только потому, что ювелирные изделия в подавляющей массе изготовлялись деревенскими ремесленниками, сбыт которых ограничивался соседними деревнями и не простирался далее 10—15 км, они резко отличались от городских по форме и технике изготовления.

Имелись ремесленники и в крупных княжеских и боярских усадьбах или больших селах при них. Если свободные городские ремесленники работали на рынок, то вотчинные ремесленники — холопы, зависевшие от князей и бояр, работали по заказу на своих господ. Княжеские ремесленники, кроме обслуживания княжеского хозяйства, т. е. производства орудий труда, изготовляли в большом количестве предметы роскоши и оружие. По своему техническому уровню вотчинное ремесло не отличалось от свободного городского [1], а ювелирное дело было развито, вероятно, выше, чем у посадских ремесленников.

ГЛАВА II

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ГОРОДСКИХ РЕМЕСЛЕННИКОВ

Большое разнообразие видов и форм орудий труда, оружия и инструмента, домашней утвари и сложность техники обработки стальных качественных изделий, и, наконец, массовый спрос на ряд изделий широкого потребления должны были вызвать специализацию городских кузнецов по производству отдельных видов их продукции. Составление полного списка специальностей городских ремесленников-металлистов — задача довольно трудная.

Письменные памятники XI—XII вв. из ремесленных специальностей, связанных с обработкой железа, упоминают только кузнеца. Этот термин скорее обозначал только отрасль ремесленной специализации, чем конкретную специальность ремесленника. От XIII в. до нас уже дошло упоминание о двух узких специальностях, связанных с обработкой железа и стали: от 1228 г. «Микифора Щитника» [1] и от 1262 г. «Яков Гвоздочник» [2]. Отсутствие более полных и ранних указаний на отдельные специальности в кузнечном деле объясняется только скудностью и случайностью наших письменных свидетельств. Для выяснения этих специальностей нам остается только археологический материал.

При составлении списка специальностей городских мастеров мы должны учитывать, что средневековый ремесленник свою продукцию изготовлял сам, с помощью подмастерьев и учеников, во всех ее стадиях, с начала до конца. Разделения труда по операциям не было (зарождалось только кооперирование в производстве сложных изделий, например, мечей с ножнами, шлемов, некоторых изделий в эмальерном деле и т. п.). «...Каждый, желавший стать мастером, должен был владеть всеми тайнами своего ремесла» [2]. Выше мы видели (третья часть), какого многообразия технологических операций, специализированного инструмента и разнообразных приспособлений требовали те или иные изделия древнерусского кузнеца. Поэтому кузнец, не будучи

[1] ПСРЛ, т. III, стр. 50.
[2] ПСРЛ, т. X, стр. 143.

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 496.
[2] Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, кн. 1, 1924, стр. 235—236.

в силах стать высококвалифицированным универсалом-виртуозом, владеющим большим количеством инструментов и приспособлений, изготовлять всё, от гвоздя до косы и меча, что совершенно исключается, должен был или «владеть всеми тайнами» изготовления отдельных важных видов качественных изделий или делать обычные изделия.

О том, что в древней Руси дифференциация ремесла достигла узкой производственной специализации, кроме «гвоздочника» и «щитника», нам говорят письменные упоминания об узкой специализации в других ремеслах. От XIII в. сохранились упоминания о лучниках, тульниках, седельниках, опонниках, иконниках. Все указанные специальности являются довольно узкими профессиями.

Специальности кузнецов свое название получили от тех предметов, которые они главным образом изготовляли.

Древняя Русь, судя только по археологическим материалам, знала более 150 отдельных видов изделий из железа и стали. Нам известны из числа орудий труда 23 вида, оружия — 15 видов, инструмента — 46 видов, конской сбруи — 10 видов, домашней утвари и предметов обихода — 35 видов и принадлежностей костюма и украшений — 19 видов.

На основании технологических особенностей, сложности техники изготовления, широты применения данного изделия и серийности производства, нами составлен список специальностей кузнечного ремесла:

1) кузнец (универсал) [1], 2) серповик-косник, 3) секирник (топорник) [1], 4) ножовник [1], 5) инструментальщик, 6) оружейник [1], 7) бронник [1], 8) шлемник [1], 9) щитник [1], 10) стрельник [1], 11) гвоздочник [1], 12) удник [1], 13) булавочник (колечник) [1] — кузнец, изготовляющий украшения и подобные предметы, 14) уздник [1] — кузнец, изготовляющий конскую сбрую, 15) кузнец, изготовляющий весы, 16) замочник.

Рассмотрим особенности каждой специальности, перечисленной в списке.

Кузнецы-универсалы — наиболее многочисленная группа ремесленников, занятых в кузнечном деле. В деревне они составляли основную и единственную группу ремесленников по обработке железа. Они изготовляли весь железный (но не стальной) инвентарь, необходимый в хозяйстве смерда. Это составляло более 40 видов орудий труда, утвари, сбруи, украшений. В городе они составляли также большую группу ремесленников по обработке железа; здесь на их долю приходилось изготовление не менее 70 видов железных изделий. Кроме того, они, конечно, могли заниматься изготовлением и ремонтом наиболее простых качественных изделий (топоры, тесла, долота и др.). Кузнецы-универсалы, как в городе, так и в деревне, подковывали лошадей. Не исключена возможность, что в некоторых городах и даже в деревне они изготовляли ножи, ножницы и даже серпы, но это было лишь исключением в производственной дифференциации древнерусских кузнецов.

Серповики-косники. Серп и коса являлись одним из сложнейших качественных изделий древнерусского кузнечного дела. Особенно большого опыта и навыка требовала их термическая обработка. Кроме того, серп и коса, имея широкое применение в хозяйстве деревни, пользовались повышенным спросом. Серповики могли, конечно, изготовлять и целый ряд других подобных качественных изделий (скобели, струги, ножи).

Секирники. Технологическое сходство (работа с большими массами металла) в изготовлении ряда подобных топору изделий и их широкое распространение обусловили выделение этой специальности. Топорники изготовляли разнообразные топоры, тесла, мотыги, лемехи, сошники, чересла и т. п.

Ножовники. Массовость изделия, широкий спрос и в то же время довольно сложная технология (например, наварка или вварка лезвия при очень малых объемах металла) — все это выделило ножовников в отдельную специальность. Кроме ножей, они изготовляли ножницы, косари и подобные изделия.

Инструментальщики. У ювелиров, замочников, столяров, токарей и тому подобных ремесленников было довольно многочисленное инструментальное хозяйство. Сложная техника изготовления инструмента (множество конструктивных форм, разнообразие ковочных операций и термической обработки) требовала высоко-

[1] Название специальности упоминается в письменных памятниках XI—XVI вв.

квалифицированного специализированного кузнеца. Инструментальщики изготовляли напильники, зубила, резцы по металлу, бородки, штампы, пуансоны, чеканы, пинцеты, стамески, резцы по дереву, сверла, пилы и т. п.

Оружейники. Я выделяю оружейников-кузнецов по производству клинков мечей, сабель, кинжалов. Оружейное дело, главным образом изготовление мечей, явилось первой ремесленной профессией, которая потребовала участия в производстве двух мастеров разных специальностей — высококвалифицированного кузнеца по изготовлению клинка и ювелира по изготовлению прочих принадлежностей меча. Работали ли они в одной мастерской, или каждый имел свою мастерскую, мы не знаем. Участие двух высококвалифицированных специалистов в изготовлении одного предмета мы наблюдаем и на ряде других изделий ремесленников древней Руси. Примером могут служить некоторые виды колтов (из Киевского клада 1824 г. и Старорязанского клада 1822 г.), в которых пышное филигранное обрамление окаймляло отдельно вставленный щиток с перегородчатой эмалью. То же можно наблюдать и в черненых колтах. Несколькими мастерами был изготовлен и шлем Ярослава Всеволодовича.

Бронники. Большая трудоемкость и определенный навык в кузнечных работах (например, только для одной кольчуги сварка 10 000 колец и склепка такого же количества колец, необходимость специальных приспособлений) рано выделили бронников среди кузнецов, изготовлявших оружие. Они, кроме кольчуг, изготовляли бармицы и другое подобное снаряжение воина.

Шлемники. Большая трудоемкость и специальный навык в кузнечных работах (штамповка и выколотка). Кузнец-шлемник делал только железную целую или клепаную основу, на которой затем монтировал украшения ювелир-чеканщик. Кузнецы-шлемники изготовляли, возможно, и умбоны для щитов.

Щитники. Сложная кузнечная работа по изготовлению умбона, а также умение обрабатывать дерево, кожу и цветные металлы обособили щитников среди других специальностей. Письменный источник упоминает щитника в 1228 г.

Стрельники. Массовость продукции и особая технология (применение подкладных штампов) специализировали кузнецов по производству только стрел (а их было не менее 18 типов). Возможно, стрельник изготовлял и копья.

Гвоздочники. Массовость продукции и упрощенность технологии (применение гвоздильной доски и нижнего зубила) способствовали специализированию кузнецов только по изготовлению гвоздей, заклепок, а также крепежных скоб. Письменные источники упоминают гвоздочника в 1262 г.

Удники. Массовость продукции и специфичность технологии (сочетание кузнечной техники с холодной обработкой — наклеп, выточка) специализировали кузнецов на выделке рыболовных снастей — крючков, острог, блесн, багров, гарпунов и т. п.

Булавочники и колечники — кузнецы по изготовлению принадлежностей костюма и украшений из железа. В древней Руси из железа изготовлялось большое количество украшений. Технологически довольно простые операции (часто применялись подкладные штампы) требовали специального навыка и художественного вкуса. Специализированные кузнецы изготовляли пряжки, фибулы, браслеты, гривны, бляхи, поясные наборы, цепочки, подвески, накладки, оковки, петли на ларцы, возможно, украшения сбруи и другой подобный инвентарь.

Уздники — кузнецы по изготовлению конской сбруи. Широкое распространение этой продукции могло специализировать кузнеца на ее изготовлении. Кроме того, в специализации имели значение технологические особенности работ (применение подкладных штампов). Кузнецы изготовляли удила, стремена, подковы, путы, шпоры, скребки, плетки, украшения сбруи и т. п.

Кузнецы по изготовлению весов. Конструктивная сложность изготовления и расчета и необходимое однообразие — стандартность в изготовлении безменов и коромысловых весов требовали кузнеца-специалиста. Эта специальность была малочисленная, но ее продукция в таких крупных торговых городах, как Новгород, Киев и другие, пользовалась большим спросом.

Замочники. Техника производства (заготовка деталей в холодном состоянии,

специальные инструменты — напильники, тиски, зубила и сама технология — паяние медью), резко отличаясь от кузнечной, рано отделила замочников от кузнецов. Впоследствии эта специальность дала название более широкой отрасли производства — холодной обработке металла — слесарей [1]. Замочники изготовляли висячие и врезные замки и ключи к ним.

Упомянутые нами в списке профессии городских кузнецов встречались, естественно, не в каждом городе. В древней Руси, конечно, существовали городские посады с 3—5 кузнецами, которые были, вероятнее всего, универсалами, и лишь 1—2 кузнеца специализировались на ножах, серпах, косах и т. п. В пограничных городах кузнецы специализировались на производстве и ремонте оружия городского гарнизона. Широкая специализация была лишь в крупнейших русских городах, таких, как Киев, Новгород, Смоленск, Чернигов, Переяславль, Владимир, Рязань, Псков, Суздаль, Ростов, Полоцк, Галич.

Таким образом, мы видим, что древняя Русь имеет такую же обычную картину дробления ремесла на множество специальностей, как и средневековые города Западной Европы. Только в одном кузнечном деле, т. е. ремесле, обрабатывающем черный металл, в XI—XII вв. мы встречаем уже не менее 16 отдельных специальностей [1]. В это число не вошли угольники, снабжавшие углем городских ремесленников, и укладники, производившие сталь.

Следовательно, и само ремесло древней Руси должно было носить также типичный средневековый характер с регламентацией производства и зачатками ремесленных организаций.

[1] До начала XVIII в. они назывались замочниками, а в петровское время этот термин был заменен немецким Schlosser (слесарь), что значит также «замочник» (от Schloss — замок).

[1] Для сравнения приведем список специальностей кузнечного цеха в городе Франкфурте на Майне по переписи городского населения 1387 г. Следует заметить, что XIV—XV вв. были временем наивысшего экономического расцвета средневекового немецкого города, и Франкфурт на Майне, являясь одним из крупнейших средневековых городов, на два века позже, чем изучаемые нами русские города, имел следующих специализированных кузнецов: кузнец, ножовник, ножничник, гвоздочник, игольник, подковщик, шорник, оружейник, полировщик мечей, часовщик, заступник, жестянщик, точильщик. См. K. Bücher. Die Bevölkerung von Frankfurt am Main... 1886, S. 215.

ГЛАВА III

КУЗНЕЦЫ И МЕТАЛЛУРГИ

Говоря о кузнечном ремесле и его специализации, мы разбирали лишь ремесло по обработке готового железа и стали, которые кузнец получал от металлурга, занятого специально производством черного металла. Что же произошло с металлургами, когда шел процесс становления городского ремесла, и какое место они заняли в начавшемся общественном разделении труда?

Всеобщая история экономики и техники металлодобывающего и металообрабатывающего производства показывает, что освобождение кузнеца от общинных норм распределения продукции и последующее выделение из общины происходят всегда раньше, чем металлурга, который иногда очень долго не отделяется от общины и не порывает с земледелием. В чем же причина, что именно кузнец первый отрывается от металлургического производства, т. е. освобождается от обязанностей заготовки сырья и затем стремится порвать с общиной и освободиться от ограничивающих его общинных норм? Причин этому несколько.

1. Различное отношение к материалам и оборудованию. Для металлургического производства, кроме труда металлурга, необходимы: а) руда, которая находится в определенном месте и на общинной земле или, в более позднее время, иногда на земле успевшего ее захватить феодала; б) лес, который также находится в опредленном месте и принадлежит общине или феодалу; в) сыродутная печь с принадлежностями; затраты на ее постройку намного больше, чем кузнечного горна; г) участие нескольких членов общины для рытья руды, рубки дров, обогащения руды, а при самом ведении процесса участие минимум двух-трех человек, а чаще всего пяти-семи человек. Для кузнечного же производства

требуются, кроме труда кузнеца, сырье в виде железа и небольшого количества угля, набор кузнечного инструмента, кузнечный горн и один помощник-молотобоец.

2. Различное отношение к потребителю своей продукции. Металлург не связан непосредственно с потребителем готовых железных изделий, оплачивающим заказ, а сбывает свою продукцию только кузнецу. Кузнец же связан непосредственно со всеми потребителями своей продукции, и поэтому ему гораздо проще переходить к частному обмену.

3. Сезонность металлургических работ также тянула металлурга скорее к деревне, чем к городу. Многочисленные известные нам источники (письменные, этнографические и литературные) говорят, например, о заготовке руды и жжении угля в осенние месяцы, об обогащении руды в начале зимы, плавке руды в зимние месяцы.

4. Различие в технологической сложности кузнечного и металлургического дела. Кузнечное дело, являясь физически менее трудоемким, чем металлургическое, требовало больше навыков, умения и опыта. По мере развития производства это различие в профессиональной подготовке увеличивалось.

Итак, связь с местом добычи сырья [1], связь с общинной собственностью, участие в производстве определенного коллектива членов общины, ограниченная связь с потребителем продукции, сезонность работ — все это заставляло металлурга долго держаться за общину и препятствовало его выделению из коллектива соседей-общинников и отрыву от земледелия.

Кузнецу было легче уйти из деревенской общины и поселиться в посаде, который возникал вокруг феодального замка-«града», или вотчины, или крестьянского поселения, или крепости.

Процесс подобного выделения из общины кузнеца, который обрабатывает только металл, мы можем наблюдать на многочисленных этнографических примерах Кавказа, Средней Азии, Индии и Африки.

Теоретически вопрос о месте металлургов в общественном разделении труда для нас ясен. Но как решить задачу применительно к древней Руси?

Обратимся к археологическим материалам. Что они нам говорят?

Сыродутная печь или ее остатки являются вообще очень редкой находкой. Но иногда на территории древнерусских городов и городищ археологи находят отдельные куски или небольшие скопления шлака. Приведу два примера. В Новгороде, при раскопках на Славне, около стены Федора Посадника была обнаружена груда железа, камней, углей и шлака. Что же перед нами, остатки сыродутной печи, которая после многократной работы была разрушена, или остатки кузницы? Совершенно прав А. В. Арциховский, производивший раскопки, говоря, что «это остатки работы кузнеца, чинившего и делавшего инструменты строителей при сооружении каменной стены» [1]. В Суздале, внутри Кремля, было вскрыто несколько жилищ полуземляночного типа. Землянки датируются XI—XII вв. На полу некоторых землянок были найдены отдельные куски шлака [2]. Каким образом попал в жилище шлак — решать мы не беремся, но говорить о каком-либо производстве железа совершенно невозможно.

Подобную картину мы наблюдаем и в других древнерусских городах и на большинстве древнерусских городищ. Отдельные находки шлака едва ли могут свидетельствовать о металлургическом производстве в данном месте, ибо стационарные древнерусские сыродутные печи при выплавке железа после многократной, а иногда и многолетней эксплоатации, оставляли огромные скопления шлака. Примером могут служить старорязанская сыродутная печь, вокруг которой было обнаружено мощное скопление шлаков, или печь на Прогонном поле на Финском побережье, где скопление шлаков измерялось пудами. Шлаки в культурном слое города или городища, исключая упомянутый старорязанский пример,

---

[1] Во второй части мы говорили о повсеместном распространении болотных и дерновых руд на территории древней Руси. Но это, конечно, не означает, что руда встречалась везде, где бы только ни копнули лопатой. Встречались, конечно, районы протяжением в несколько десятков, а может быть и сотен километров, где ни болотных, ни дерновых руд не было.

[1] А. В. Арциховский. Раскопки на Славне в Новгороде. МИА, № 11, стр. 132.

[2] Л. Ф. Дубынин. Археологические исследования г. Суздаля. КСИИМК, вып. XI, стр. 91.

вероятнее считать отходом работы кузницы. Древнерусская городская кузница очень часто получала железо не в виде раскованного полуфабриката, а в виде сырой крицы (какие мы иногда находим на городищах), которую необходимо было проковать. В результате этой операции получалось небольшое количество шлака. Кроме того, городские кузнецы, возможно, даже специализировались на переделе железа в сталь (сварочную и цементованную). При этих операциях опять-таки образуется шлак.

Обнаружение сыродутных печей на территории древнерусских городов нам известно только в двух случаях — в Пскове и Старой Рязани. В первом случае сыродутная печь, датируемая VIII веком, характеризует нам, вероятнее всего, ранний этап Пскова, когда на древнем поселении жили еще совместно и металлурги и кузнецы. Но с образованием на территории этого поселения города, т. е. детинца с посадом, вероятно в том же VIII веке, металлургия перемещается на недалеко расположенное городище Камно, а в Пскове, в более поздних слоях, сыродутные печи уже больше не встречаются. Что же касается Старой Рязани, то единственная сыродутная печь, расположенная в ремесленной части города и оборудованная с максимальным комфортом — крышей, говорит скорее о каком-то ее особом назначении, всего, для выделки стали специализированным кузнецом-металлургом.

Наконец, нам известна райковецкая сыродутная печь. Райковецкое поселение по большинству своих признаков относится к типу зарождающегося города, но здесь еще сосуществуют две стихии: старая — деревенская и новая — городская. Высококвалифицированные кузнецы (производство серпов) и специализированные замочники, ювелиры и другие являются уже городскими ремесленниками, а металлург, производящий, возможно, сталь, выселенный на вал, тянется в деревню с ее рудой, лесом и сябренным сотрудничеством.

Глубоко прав К. М. Поликарпович, который обследовал большое количество городищ I тысячелетия н. э., в том числе и древнерусских, под углом зрения металлургического производства, делая на основании полевых наблюдений вывод, что «в позднейшее время VIII — IX вв. печи строились не на городищах, а на селищах, и поэтому их находить очень трудно» [1].

Ранние письменные источники древней Руси о металлургии и металлургах нам ничего не говорят. Однако от XV и XVI вв. дошли очень подробные писцовые книги, которые, хотя и косвенно, но позволяют разрешить поставленный нами вопрос. Но можем ли мы для X—XIII вв. пользоваться письменными источниками XV—XVI вв.? Я считаю, что в данном случае можем. Если в истории русского народного хозяйства определенная область экономики, в частности металлургическая промышленность, в XV—XVI вв. не отделилась от земледелия и находилась еще в рамках феодальной деревни, то совершенно исключается, чтобы на три-четыре века ранее она вместе с кузнечным ремеслом порвала с сельской общиной, переселилась в городской посад, а потом опять вернулась в феодальную деревню.

От рубежа XV—XVI вв. до нас дошли новгородские писцовые книги. В XV в. в Новгородской земле на побережье Финского залива, в районе, идущем от восточного берега Лужской губы узкой полосой в 30—40 верст, разместились более 204 домниц, принадлежащих крестьянам местных деревень и сел. Владельцы домниц,— очень часто одной домницей владело несколько семейств,— хотя и не порвали с земледелием (писцовые книги очень редко называют какие-либо дворы непашенными), в основном фактически занимались производством железа. В пользу этого говорит очень большой удельный вес железа в их оброке. Вырабатываемое железо шло на продажу и находило себе сбыт далеко за пределами Финского побережья. Домники, как называют писцовые книги крестьян-металлургов, руду копали на своей, т. е. принадлежащей общине, земле или ездили на княжеские или другие земли. В последнем случае владельцам земли они платили «брязги», т. е. арендную плату за право разработки руды. Оброк с домников шел частично продуктами, но в основном железом.

В большинстве погостов как всей Вотской пятины, так и в Копорском и Ямском уездах, где находились крестьянские домницы,

[1] А. Н. Лауданскі, К. М. Полікарповіч. Да гісторыі жалезнай прамысловасьці на Беларусі па даных археолёгіі. Савецка Крайна, 1932, № 5, стр. 62.

кузнецы были большой редкостью. Только в одном погосте, Никольско-Толдожском, насчитывалось 42 кузнеца. Этот погост находился по соседству с районом, наиболее насыщенным домницами. Почти половина всего числа кузнецов этого погоста — 19 кузнецов, жили в селе Пилолы, насчитывающем 64 двора. Многие жители этого села занимались и другими промыслами и ремеслами. 75 кузнецов Копорского и Ямского уездов, разбросанные в основном по одному, по два в том или ином селении (а домники по пять, иногда даже по 20), не могли переработать и небольшой части продукции крестьянской металлургии, которая, судя по оброку, была довольно значительной [1]. Основная масса железа шла в Новгород для городских кузнецов и на вывоз на внутренние рынки в России и за рубеж.

Что же представляло собой металлообрабатывающее ремесло в Новгороде? По трем писцовым книгам 80-х годов XVI в. А. В. Арциховский подсчитал количество живших в нем ремесленников и торговцев. Из 5465 ремесленников и торговцев, распределяемых по 237 профессиям, на долю кузнечного ремесла приходилось 247 ремесленников и 31 торговец железом [2]. Среди них нет ни одного домника и только четыре укладника, ремесленника по производству стали. Вся металлообрабатывающая промышленность Новгорода работала на привозном железе.

Подобную картину в это же время мы наблюдаем в Устюжне-Железнопольской. В 1597 г. писец, описывая устюженский посад, который по количеству тяглых посадских дворов уменьшился в сравнении с серединой XVI в. в пять раз, среди 245 ремесленников отметил 116 ремесленников по обработке железа и стали и не отметил ни одного домника [3]. А о том, где брали устюженские кузнецы железо, мы читаем в их челобитной: «ныне то железо... дороже прошлого... потому что руды железной в уездах крестьяне мало готовили, потому, что в тое пору делали город на Устюжне и лесу на уголья готовили меньше старова..., а се лето и осень в здешней стороне было мокрое, руду железную в болотах залило водой» [1].

Итак, на примере двух городов, Новгорода Великого, являвшегося с древнейших времен до конца XVI в. крупнейшим ремесленно-торговым городом древней Руси, и среднего русского города Устюжны-Железнопольской, специализировавшегося на выработке металлических изделий, мы видим, что в XVI в. на Руси металлообрабатывающая промышленность являлась свободным городским ремеслом, а металлодобывающая промышленность являлась деревенским промыслом [2].

Подобная закономерность развития русского города позволяет нам допустить и для X—XIII вв., времени быстрого развития городов и городского ремесла, такое же разделение труда при добыче металла и его дальнейшей обработке.

Из древнерусской сельской общины выделился кузнец, ремесленник по обработке полуфабриката-железа, и превратился в свободного посадского ремесленника. Металлург, вырабатывающий железо, в виде ли одного человека или коллектива соседей, остался в пределах общины. Многие металлурги вместе с общиной попали в крепостную зависимость к феодалу, но продолжали заниматься производством железа и снабжать этим железом городского ремесленника.

Перед нами вырисовывается еще один деревенский промысел, перерастающий в ремесло, неуловимый в письменных источниках и плохо представленный в археологическом материале. Продукция этого ремесла выходит на рынок и пользуется спросом у городского ремесленника. Этот промысел в развитии товарных отношений между городом и деревней играл немаловажную роль.

Делая наши выводы о товарных отношениях между городом и деревней, мы не за-

---

[1] НПК, III. Изд. Археологической комиссии. СПб., 1868, стр. 906, 912 и др.

[2] А. В. Арциховский. Новгородские ремесла. Новгородский исторический сборник, вып. 6. Новгород, 1939, стр. 3.

[3] Н. Д. Чечулин. Города Московского государства в XVI в. СПб., 1889, стр. 69.

---

[1] И. Гамель. Описание Тульского оружейного завода. М., 1826, приложение, стр. 12.

[2] Данная тема подробно нами исследована в работе «Обработка железа в Московском государстве в XVI в.», МИА, № 12, стр. 192.

бывали, что экономика Киевской Руси и русских княжеств времени феодальной раздробленности определялась в значительной степени феодальным характером сельскохозяйственного производства, в котором были еще очень сильны элементы натурального хозяйства. Товарное производство в продолжение многих веков обслуживало феодальное хозяйство древней Руси, не разрушая феодального базиса.

Как указывает И. В. Сталин, «товарное производство старше капиталистического производства. Оно существовало при рабовладельческом строе и обслуживало его, однако не привело к капитализму. Оно существовало при феодализме и обслуживало его, однако, несмотря на то, что оно подготовило некоторые условия для капиталистического производства, не привело к капитализму» [1]. Наши выводы говорят о том, что хозяйство древнерусской деревни было не таким уж натуральным и замкнутым, как его представляли многие исследователи до последнего времени. Продукция свободного городского ремесла широко проникала в феодальную деревню.

Первое место в проникновении на деревенский рынок принадлежало продукции кузнечного ремесла. Древнерусский крестьянин должен был отдавать часть своего продукта для приобретения разными путями (лично на рынке, через торговца, через феодала) кос, серпов, ножей, топоров и т. п. у городского кузнеца. В товарных связях города и деревни было много конкретных частностей, которые определяли и видоизменяли форму этой связи. Само существование пашенного земледелия, хотя бы и феодального, без этих товарных связей было невозможно.

ГЛАВА IV

ИНСТИТУТ УЧЕНИЧЕСТВА

Широкая специализация ремесла в древней Руси, вызванная сложной и разнообразной технологией производства многочисленных орудий труда, оружия и инструмента, ставит перед нами вопрос о производственном обучении и трудовой организации внутри ремесла, т. е. об институте ученичества и подмастерьев.

Разносторонний анализ техники многих специальностей кузнечного ремесла говорит нам о существовании опытных, высококвалифицированных мастеров, а следовательно, и о длительном ученичестве для приобретения определенного объема знаний и опыта в профессии.

Чтобы представить себе степень сложности той или иной специальности кузнечного ремесла, осветим некоторый круг знаний и навыков, необходимых мастеру для самостоятельной работы.

Во-первых, знание свойств и различных качеств железа и стали. Особенно важно было умение различать железо и сталь и разные сорта стали (малоуглеродистая, среднеуглеродистая, высокоуглеродистая). При уровне техники древней Руси это было возможно только так называемыми приемами на излом или на искру. То и другое требует большого навыка и опыта. Далее, практическое овладение всеми приемами свободной кузнечной ковки требует довольно продолжительного времени. Во-вторых, при сварке железа и стали нужно умение доводить до необходимой температуры нагрева оба металла. А как нам известно, железо и сталь (и сама сталь в зависимости от состава по углероду) имеют различные сварочные температуры. Контролем при определении температур были цвета каления, знание и улавливание которых также требовали большого опыта. Наиболее сложной была термическая обработка стальных изделий на определенное качество. Нагрев изделий до нужных температур и режим охлаждения требовали разнообразных знаний и большого опыта. Как мы видели выше, древнерусский кузнец достаточно точно определял температуры нагрева. Очень сложной была закалка с отпуском. Температуры нагрева при отпуске возможно контролировать только цветами побежалости поверхности предмета, и это опять сложная операция, требующая огромного навыка.

[1] И. Сталин. Экономические проблемы социализма в СССР, стр. 15.

Упомяну еще только горновое паяние, проведение которого требовало большого комплекса сведений и, главное, умения регулировать температуру. Я не перечисляю большого количества операций горячей и холодной механической обработки металла, которые требовали совершенного мастерства, а следовательно, и многолетнего обучения.

Таким образом, для нас вполне ясно, что овладение перечисленным выше, далеко еще не полным перечнем производственных навыков, знаний и секретов [1], без продолжительного обучения, а следовательно, ученичества, было невозможно.

В письменных памятниках мы находим прямые указания на существование института ученичества в древней Руси. Они нам говорят о довольно четком делении ремесленников некоторых специальностей на мастеров и учеников, в том особом понятии, которое свойственно средневековью. Несколько позже, в памятниках конца XIV—XV вв., мы находим уже регулирование законодательным путем отношений между мастером-учителем и учеником. Я имею в виду Псковскую Судную грамоту.

Известен рассказ Киево-Печерского патерика об Олимпии-Иконописце. Олимпий «предан бывасть родительма своима на учение иконнаго писания» греческим мастерам, которые украшали собор Киево-Печерского монастыря. После учения Олимпий «добре извык хитрости иконней, иконы писати хитр бе зело» [2]. Это — конец XI в., первая половина XII в. В другом памятнике XII в. мы читаем: «Шьвьць показаеть оученикоу, како резальник дрьжаще, резати оусьм и, коюгоу дрьжящи шити сапогы» [3]. В ином месте мы встречаем упоминание о трудности учения. Русскому переводчику Златоструя, писавшему в XII в., были вполне ясны слова сборника «Многажды реместь вьник клепеться не дати оученикоу не ясти, ни пити» [1]. Ипатьевская летопись под 1259 г. сообщает нам о построении города Холма Даниилом Галицким. В город начали стекаться из окрестных земель ремесленники, «Идяху, день и во день, и уноты и мастеры, всяции бежаху из Татар: седельницы и лучницы и тульницы и кузнеци железу и меди и серебру» [2]. Является «унота» (т. е. молодой, юный) учеником или подмастерьем-помощником, определенно мы сказать не можем. Я склонен считать, что это скорее ученики, чем наемные подмастерья, так как седельники, лучники и тульники могли работать и, вероятно, работали без подмастерьев, т. е. наемных помощников.

Выдвинутое Б. А. Рыбаковым, как рабочая гипотеза, но достаточно доказанное положение о существовании в Новгороде в XII в. среди ремесленников-ювелиров института «шедевров» [3], также говорит о продолжительном и довольно нелегком ученичестве, прежде чем ремесленник получит квалификацию и звание мастера.

Интересная для нас статья Псковской Судной грамоты, относящейся к самому началу XV в., ученичество рассматривает как давно существующее обычное явление. Поскольку учение у мастера было платным, могли возникать конфликты о сроках и суммах этой оплаты. Участившиеся споры между учениками и мастерами вызвали появление законодательной статьи в юридическом документе. «А который мастер имет сочисти на ученика учебнаго, а ученик запрется, ино воля государева, хочет сам поцелуй на своем учебном или ученику велит» [4].

Только в силу малочисленности и случайности наших письменных источников мы не имеем известий о подобной регламентации ученичества в XI—XIII вв.

Приведенные примеры подтверждают наше предположение о существовании института учеников в кузнечном ремесле и, в частности, среди таких специальностей, как оружейники, бронники, серповики-косники, инструментальщики, замочники и другие. Подробнее осветить этот вопрос по причине отсутствия других, более полных данных, мы не можем.

---

[1] Секретов в полном смысле слова, так как многие мастера знали и передавали из поколения в поколение множество технологических рецептов, особенно способов термической обработки, считая свои секреты основой успеха работы и качества выпускаемых изделий.

[2] Патерик Киево-Печерского монастыря, 1911, стр. 122—123.

[3] Богословие св. Иоанна Дамаскина, стр. 367. И. И. Срезневский. Ук. соч., т. III, стр. 262.

[1] Златоструй. И. И. Срезневский. Ук. соч., т. III, стр. 116.

[2] ПСРЛ, II, стр. 843.

[3] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 300.

[4] Псковская Судная грамота, статья 102.

ГЛАВА V

МАСТЕРА И ПОДМАСТЕРЬЯ

Производственный процесс почти всех специальностей кузнечного дела требовал участия в работе, кроме мастера-кузнеца, еще одного-двух помощников-молотобойцев. Придание соответствующей формы тому или иному изделию производилось путем частых ударов по нагретому металлу тяжелым молотом (вес археологически известного молота равен 1,55 кг). До введения механических вододействующих молотов эту операцию в кузнице производил специальный человек — молотобоец.

Таким человеком в древнерусской кузнице мог быть младший член семейства кузнеца или ученик или специально нанятый подмастерье-молотобоец.

Первый и второй случай были явлением наиболее редким. Не у каждого кузнеца в семействе был взрослый мужчина, желающий работать в кузнице. Не у каждого кузнеца всегда был ученик, а если он и был, то очень часто имел другие обязанности. Но каждому кузнецу всегда требовался молотобоец, и оставался третий вариант, являвшийся наиболее распространенным в древней Руси,— нанимать свободного городского жителя себе в подмастерья-молотники.

Терминов «подмастерье» и «молотник» древнерусские письменные памятники нам не сохранили. Но наемных молотобойцев под термином «молотники» и «казаки» очень часто упоминают писцовые книги XVI века [1].

Таким образом, мы видим, что институт подмастерьев, т. е. наемных молотобойцев, ранее всего возник в кузнечном ремесле. Ни одна другая ремесленная специальность не требовала столь настоятельно подмастерья, как кузнечная, ибо весь технологический процесс в прочих ремеслах мог выполняться одним человеком.

Подмастерья-молотники так же, как и мастера-кузнецы, были скорее всего посадскими жителями. Молотники часто могли вербоваться из учеников, у которых окончился срок обучения, но завести собственного дела, не обладая соответствующими средствами, они не могли. У такого ученика кузнечного дела оставалась единственная возможность до поры, до времени итти в наемные подмастерья, и чаще всего, в молотобойцы.

Перед нами вырисовывается типичная картина мастера и подмастерья, столь характерная для средневекового городского ремесла.

Ряд характерных черт, присущих древнерусскому кузнечному ремеслу, — широкая специализация, высокая техника производства, наличие институтов ученичества и подмастерьев, связь с рынком и многих других, которые мы можем наблюдать среди остальных ремесел, ставят перед нами вопрос о существовании в древней Руси, и в частности в кузнечном ремесле, цехового строя. Но письменные памятники, без которых здесь нельзя обойтись, ничего об этом не говорят. Ряд доказательств о том, что зачатки ремесленных корпораций цехового типа имелись уже в домонгольской Руси, приводит Б. А. Рыбаков [1].

ГЛАВА VI

СБЫТ ПРОДУКЦИИ

С товарным производством городских кузнецов неразрывно связаны вопросы о формах сбыта их продукции и районе ее распространения.

Кузнецу для изготовления своей продукции было необходимо сырье в виде железа и стали. Как мы показали выше, основная масса железа в древней Руси производилась деревенскими ремесленниками. Производство железа в городах было явлением

[1] Б. А. Колчин. Обработка железа в Московском государстве. МИА, № 12, стр. 195.

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 767.

исключительным; городские металлурги, как, например, в Старой Рязани или Райковецком городище, изготовляли, вероятнее всего, сталь. Следовательно, городской кузнец должен покупать железо у металлурга, живущего где-то в деревне, расположенной в ближайшем к городу районе.

Был ли обмен между городским кузнецом и деревенским металлургом непосредственно в виде простейшей формы, т. е. товар на товар, или как-то иначе, или между ними участвовал торговец железом (как, например, в XVI в.),— мы не можем решить вследствие полного отсутствия каких-либо данных.

Кузнец для приобретения железа мог скупать или брать в обмен старые поломанные орудия труда, оружие и инструменты, но это давало в общей сложности небольшое количество металла. Имеется еще одна форма ремесла, когда ремесленник работает на материале заказчика, но для древнерусского кузнечного дела с его массовой продукцией, идущей на широкий рынок, эта форма неприемлема.

Сбыт продукции у городских специализированных кузнецов протекал в двух формах — производство изделий на заказ и на рынок. Оружейники, бронники, шлемники, инструментальщики работали, вероятнее всего, на заказ. Многие кузнецы-универсалы также работали на заказ, когда им приносили в ремонт то или иное изделие или заказывали какую-либо домашнюю утварь и принадлежность. Но серповики, косники, ножовники, гвоздочники, удники, замочники свою продукцию могли выпускать в свободную продажу на широкий рынок. Кузнец, изготовляя партию серпов, кос, ножей, замков, гвоздей и т. п., был уверен в их сбыте на рынке. Иначе приходилось сбывать свою продукцию оружейнику, броннику, шлемнику, так как само изделие часто делалось на определенный рост известного ему заказчика. Кроме того, большая трудоемкость изготовления этих изделий, а следовательно, и высокая стоимость, принуждала ремесленника иметь некоторую гарантию в сбыте своего продукта (возможно, он получал при заказе и задаток). Продукцию, изготовленную для обмена, кузнец продавал на городском торге или у себя в кузнице. Здесь ее мог купить как городской потребитель, так и приехавший с товаром из деревни смерд. Но гораздо больший сбыт ножи, ножницы, серпы, косы имели в деревне, куда их привозил на продажу вместе с «щепетиным» товаром странствующий офеня. Деревенский житель охотнее покупал у офени острый стальной нож, серп, ножницы и т. п., чем «утварь привную», которая у ювелира в соседней деревне стоила намного дешевле.

Для определения района сбыта продукции городских кузнецов мы не имеем совершенно никаких данных. Метод технологического подобия, предложенный Б. А. Рыбаковым и позволивший ему сделать ценнейшие выводы о сбыте ювелирных изделий, применить для продукции кузнечного дела мы не можем. Обычные кузнечные изделия, изготовленные путем свободной ковки даже одним кузнецом, всегда будут по форме так или иначе отличаться одно от другого. Технологические особенности также не могут служить сравнимым критерием, так как они довольно общи для всей территории древней Руси. Элементы технологического подобия возможно будет найти в штампованных железных изделиях (бляхи, украшения костюма и сбруи) и замках (при серийном производстве возможно сличение по количеству деталей, их размерам, конфигурации и, наконец, конструкции замка), но так как эти предметы в наших музеях пока еще представлены бедно, сравнений мы не производили.

Исходя из района сбыта городских ювелирных изделий, который достаточно точно очертил Б. А. Рыбаков [1], и из протяженности городской округи у древнерусских городов с ремесленными посадами в конце XII в., мы считаем возможным принять протяжение района сбыта для кузнечных изделий широкого потребления (ножи, ножницы, серпы, косы и т. п.) в 50—150 км в диаметре. Безусловно, не в каждом ремесленном посаде имелись оружейники, инструментальщики, шлемники, бронники, кузнецы по изготовлению весов и т. п., поэтому протяженность района сбыта продукции этих ремесленников необходимо расширить, но едва ли он превышал границы отдельных княжеств. Столичные города княжеств, а

---

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 456.

также и многие другие крупные города древней Руси, имели кузнецов всех нами перечисленных специальностей.

Говорить о каких-либо крупных центрах производства оружия, замков, весов, ювелирных инструментов и т. п. мы совершенно не имеем оснований. Примером широкого распространения, например, замочного производства может служить замочник Райковецкого городища, в мастерской которого было найдено более 100 цилиндрических пружинных замков. А как известно, это городище представляло собой крепость с посадом при ней, ратные люди которой занимались и ремеслом.

Каких-либо данных, говорящих о производительности труда древнерусского кузнеца, у нас нет. Письменные источники, как и в других случаях, ничего не говорят, а археологические недостаточны. Но производительность труда, вероятнее всего, была не очень далека от производительности кустарей-кузнецов в XVIII—XIX вв.

Для ориентировочной оценки стоимости железа в древней Руси мы можем привлечь данные кустарной промышленности XIX в. по производству сыродутного железа в печах, очень близких к древнерусскому типу. Коэффициенты трудовых затрат различных операций нами взяты из работ А. А. Гайдук [1], акад. В. М. Севергина [2] и Н. Каргополь*цева* [3].

Трудовые затраты на производство в древней Руси в сыродутной печи крицы железа весом 5,5 кг в человеко-днях составляли:

По руде. Количество руды взято по отношению к весу крицы равным 4,6, т. е. обогащенного концентрата руды 25,2 кг, или сырой руды около 32 кг.

а) Добыча руды, из расчета, что один рабочий в один день выкапывает около 35 пудов.

Получим 6/100 человеко-дня.

б) Обжиг, из расчета, что один рабочий в один день может обжечь около 120 пудов руды.

Получим 2/100 человеко-дня.

в) При этом израсходуется дров 1/20 воза.

Получим 2/100 человеко-дня.

г) Обогащение: толчение и просеивание, из расчета, что один рабочий в день истолчет и просеет около 35 пудов обожженной руды.

Получим 6/100 человеко-дня.

д) Подвозка.

Берем ориентировочно 5/100 человеко-дня.

Всего по руде: 21/100 человеко-дня.

По углю. Количество угля взято по отношению к весу крицы, как 10, т. е. 55 кг.

а) Заготовка дров из расчета одной кубической сажени в 5 дней одним лесорубом. Для $3^1/_2$ пудов угля необходимо дров 1,3 м³.

Получим 65/100 человеко-дня.

б) Углежжение из расчета, что один рабочий в день пережжет на уголь 2,5 м³ дров.

Получим 52/100 человеко-дня.

в) Подвозка.

Берем ориентировочно 5/100 человеко-дня.

Всего по углю: 122/100 человеко-дня.

Плавка железа. Из расчета 4 операции в день при двух металлургах, обслуживающих печь.

Получим 50/100 человеко-дня.

Всего на крицу: 193/100 человеко-дня.

Таким образом мы *получили трудовую* стоимость одной крицы, весом в 5,5 кг, равную 1,93 рабочих человеко-дня. На один пуд сыродутного железа приходилось 5,5 человеко-дня.

Из нашего расчета мы видим, что больше половины стоимости железа (63%) уходило на уголь. Расход угля находился в прямой зависимости от объема производства, т. е. условий самого сыродутного процесса. Если мы сравним вычисленную нами производительность древнерусской сыродутной печи с производительностью новгородской сыродутной печи XIX в., описанной Севергиным, и производительностью карельской сыродутной печи XIX в., описанной Фуллоном, то увидим, что при небольшой разнице в конструкции и размерах печи трудовые затраты на один пуд железа к XIX в. уменьшились в несколько раз: для новгородской печи они составляли 2,54 трудодня, а для карельской печи 1,09 трудодня.

Основную разницу в этом балансе составляли *затраты на уголь, расход которого за-*

---

[1] А. А. Гайдук. Ук. соч.

[2] Акад. В. М. Севергин. Ук. соч.

[3] Н. Каргопольцев. Железное производство в Череповецком уезде Новгородской губ. Труды ВЭО, 1862, т. II, стр. 23.

висел только от времени продолжительности процесса. Чем эта продолжительность меньше, а следовательно, и меньше вес крицы, тем больше расход угля.

Нами изучена техника кузнечного ремесла IX—XII вв. и начала XIII в.— периода, охватывающего около четырех столетий истории нашей Родины. Археологические памятники IX—X вв. показали нам технику обработки металла, уже стоящей на высокой ступени развития, освоившей все основные технологические приемы ковки, сварки, паяния и термической обработки. Переход к новой технике, как нам кажется, происходил в течение VII—VIII вв. Именно в это время эмпирически были созданы все основные технологические операции древнерусской металлообрабатывающей техники.

«Пока ремесло и мануфактура,— пишет К. Маркс,— образуют всеобщий базис общественного производства, подчинение производителя исключительно одной известной отрасли производства, разрушение первоначального многообразия его занятий являются необходимым моментом развития. На этом базисе каждая отдельная отрасль производства эмпирически находит соответствующий ей технический строй, медленно совершенствует его и быстро кристаллизует его, как только достигнута известная степень зрелости» [1].

Технический строй металлообрабатывающего и металлодобывающего производства, существовавший уже в X в., стал основой русского металлообрабатывающего ремесла до середины XVII в., когда в русской промышленности появляется чугунолитейная техника. Но это не значит, что в XI, XII и XIII вв. техника не продолжала развиваться.

Развитие техники заключалось в распространении новой технологии вширь, в развитии городского ремесла, в создании множества новых видов и конструкций орудий труда, оружия, инструмента. В XI—XII вв. было создано, только известных археологически, 150 видов изделий из железа и стали. Развитие техники выражалось в широком внедрении железного и стального инвентаря в жизнь рядового жителя деревни и города, и, наконец, в совершенствовании и более полном освоении отдельных технологий сварки, пайки и термической обработки. Кроме того, в это же время происходил внутренний процесс накопления эмпирического опыта, знаний, раскрытия новых свойств металлов и руд, который в конце XIII и в XIV вв. должен был привести к новым техническим изобретениям и открытиям. Древняя Русь в X—XIII вв. вместе с передовыми странами Западной Европы участвовала в создании новой техники.

Но русским людям не суждено было видеть результатов этого прогресса техники, ибо в середине XIII в. монгольские завоеватели растоптали и расхитили цветущую культуру и технику нашей Родины. «Разрушение городов,— пишет Б. А. Рыбаков,— сопровождалось массовым уводом ремесленников в ордынские города; в результате русское городское ремесло было совершенно уничтожено. Все сложные производства исчезли; возрождение их началось только спустя 150—200 лет» [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, мы закончили изложение техники древнерусского металлургического и металлообрабатывающего производства, экономики и социальной организации кузнечного ремесла.

В основе изложения лежало разностороннее изучение техники производства железа и стали и технология изготовления железного и стального инвентаря. Наши общие выводы сводятся к следующему.

1. К середине I тысячелетия н. э. на всей территории Восточной Европы основным видом сыродутного горна становится наземная шахтообразная сыродутная печь.

2. Черный металл становится единственным поделочным материалом для основных видов орудий труда, инструмента и оружия.

3. Переход к новой технике происходит не позднее VII—VIII вв., к сожалению еще мало изученных и наиболее туманных. В это

[1] К. Маркс. Капитал, т. I, стр 490—491.

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 780.

время появляются новые виды орудий труда и инструментов и эмпирически создается новая технология обработки железа и стали.

4. В IX в. уже были созданы все основные виды и конструкции орудий труда, оружия и инструментов. Большинство орудий труда и инструментов дожили до наших дней и применяются в современном быту и технике.

5. Никакого перелома в развитии техники добычи и обработки черного металла в связи с появлением на территории древней Руси варяжских отрядов не произошло. Техника в северных районах Руси в IX в. уже стояла на достаточно высоком уровне.

6. Техника обработки черного металла была общерусской и уже в IX в. в одинаковой степени развитой как в городах среднего Приднепровья и Смоленщины, так и в районах Верхнего Поволжья, Чудского озера и других окраинах.

7. Основным поделочным металлом являлись углеродистая сталь и железо.

8. Металлодобывающее производство в основном остается в пределах древнерусской деревни. Городские кузнецы занимаются, главным образом, обработкой металла и производством стали. Такое положение оставалось на Руси до конца XVII в.

9. Русские городские кузнецы X в., владея в совершенстве техникой обработки металла, изготовляли разнообразный инвентарь железных и стальных орудий труда, инструмента и оружия от гвоздей и заклепок до кос и мечей. Курганы дружинников X в. сохранили нам большое количество железных и стальных изделий работы русских кузнецов.

10. Основной технологией в изготовлении качественных орудий труда, инструмента и оружия явилось соединение в изделии путем сварки стального лезвия с железной основой. Наряду с этим применялась технология цементации железа и стали.

11. Для улучшения механических качеств стальных лезвий русские кузнецы применяли разнообразные режимы тонко разработанной технологии термической обработки.

12. Высокого технического развития и широкого распространения достигает техника сварки железа и стали и горнового паяния медью железа и стали.

13. С IX в. до середины XIII в. кузнечное ремесло неуклонно шло вперед и развивалось. Расширялась номенклатура изделий, более массовой становилась кузнечная продукция, совершенствовалась техника, в городах развивалась специализация. По нашему подсчету, в XI—XIII вв. среди городских ремесленников, занятых обработкой железа и стали, было не менее 16 различных специальностей.

14. С ростом производства и крепнувших связей с рынком кузнецы в XI—XII вв., стараясь обеспечить массовый выпуск продукции некоторых видов изделий (ножи), упрощают технологию производства, заменяя трудоемкие операции более простыми. В сложных изделиях (замки) кузнецы применяют серийность производственных операций.

15. Качественные изделия (косы, серпы, ножи, ножницы и др., а также и оружие) изготовляли как для города, так и для деревни городские кузнецы. Такое массовое изделие, как ножи, делалось со стальным лезвием и термически обрабатывалось.

16. В товарных связях города и деревни ведущая роль принадлежала ремеслам по добыче и обработке железа и стали.

17. Вместе со всем русским ремеслом металлургия и кузнечное ремесло в первой половине XIII в. находилось в состоянии очень высокого технического и экономического развития. Татарское нашествие, разрушившее крупнейшие жизненные центры Южной и Восточной Руси, прервало развитие русского ремесла и его техники.

18. Техническая отсталость Руси, в частности металлургического и металлообрабатывающего производства,— явление позднейшее как следствие татарского нашествия.

19. Техника металлообработки древней Руси в X—XIII вв. предстает перед нами с высокоразвитой технологией механической и тепловой обработки железа и стали, которой виртуозно владеют русские специализированные кузнецы. Творческая мысль русских мастеров во всех областях металлургического и металлообрабатывающего производства не отставала, а в некоторых областях значительно опережала развитие техники в передовых странах Западной Европы.

20. Если советские ученые, историки нашей Родины, имеют полное право заявить, что, «судя по данным о ремесле, Киевская

Русь в X—XI вв. и русские княжества в XII—XIII вв. шли одним путем с передовыми странами Западной Европы, не отставая от них, а в отдельных производствах даже опережая»[1], что «город на Руси выступает перед нами как типичный средневековый город с преобладанием среди его населения ремесленников, уже начавших объединяться в корпорации, с работой ремесленников на заказ и на рынок, с зачатками ученичества и регулированием производства»[1], то одним из конкретных проявлений этого развития является очерченная нами металлодобывающая промышленность древнерусской деревни и металлообрабатывающее высокоразвитое, специализированное ремесло города древней Руси.

[1] Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 780.

[1] М. Н. Тихомиров. Ук. соч., стр. 138.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОПИСАНИЕ КУЗНЕЧНОГО И СЛЕСАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Наковальни кузнечные

а) Наковальня с Княжей Горы. Сама наковальня пропала во время Великой Отечественной войны, но сохранилось описание в инвентарной книге КГИМ под № 32755. Высота 25 см. Рабочая поверхность прямоугольная — 11 × 18 см. Верхняя часть наковальни с одной стороны имеет клиновидный вырез, образовавший два рога. Рисунок сделан согласно описи. Вес, вычисленный теоретически, равен около 13 кг. Дата — XII—XIII вв.

б) Наковальня с Княжей Горы [1]. Высота 15,5 см. Рабочая поверхность прямоугольная, 11,5 × 9,5 см. Вес 7,350 кг. Дата — XII—XIII вв.

в) Наковальня с Райковецкого городища [2]. Подобных наковален на городище найдено два экземпляра; во время Великой Отечественной войны оба пропали. Форма реконструируется согласно полевой описи и указаниям В. К. Гончарова, участника раскопок. Высота 24 см. Поверхность клинообразной формы с одной стороны переходит в круглый рог. Ширина 10 см, длина 27 см. Теоретически вычисленный вес равен около 15 кг. Дата — первая половина XIII в.

г) Наковальня из Киева [3]. Раскопки у Десятинной церкви в 1911 г. Наковальня клиновидной формы; высота 19 см. Рабочая поверхность прямоугольной формы 7 × 6 см. Вес 3,1 кг. Дата — XI в.

Молоты-кувалды

а) Молот с городища Колодяжен [4]. Длина головки 126 мм. На одном конце — немного выпуклый прямоугольный боек, размером 54 × 50 мм, на другом конце — типичный задок-остряк с радиусом закругления около 7 мм. Отверстие для рукоятки круглое, диаметром 28 мм. Вес 1163 г. Дата — первая половина XIII в.

б) Молот из Житомирского могильника, курган № 13 [1]. Судя по масштабу рисунка, длина головки была не менее 130 мм. Здесь также на одном конце плоский боек и на другом задок-остряк. Рукоятка круглая. Дата — XI в.

в) Молот с Княжей Горы [2]. Длина головки 125 мм. Размеры бойков 45 × 50 мм. Отверстие для рукоятки прямоугольное, размером 20 × 35 мм. Вес 1550 г. Дата — XII—XIII вв.

Молоты-ручники

а) Молот из Подболотьевского могильника, погребение № 2 [3]. Длина головки 130 мм. Рукоятка прямоугольная. Боек прямоугольной формы, 33 × 31 мм. Дата — IX—X вв. Сопровождающий инструмент: около черепа мужского костяка лежали железный остроговидный дротик и втульчатое долото, далее шли украшения; в области поясницы лежали нож, стрела и точильный брусок. Кроме описанного молотка, у левого бока грудой лежали: железный топор-кельт, молоток-ручник, клещи и маленькая ювелирная наковальня пирамидальной формы. В ногах, среди положенных кучкой женских украшений, лежали: половина литейной глиняной формы и глиняный тигель [4].

б) Молот из того же погребения. Длина

---

[1] Коллекции КГИМ, № 32754.
[2] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 84.
[3] Коллекции КГИМ, оп. 21/1795.
[4] Коллекции Института археологии АН УССР.

[1] С. Гамченко. Житомирский могильник. Житомир, 1888, стр. 47.
[2] Коллекции КГИМ, № 22681.
[3] Коллекции ГИМ, № 56480, хр. 151/з.
[4] В. А. Городцов. Археологические исследования в окрестностях гор. Мурома в 1910 г. М., 1914, стр. 67.

головки 100 мм. Рукоятка прямоугольная. Боек 37 × 13 мм.

в) Молот из Подболотьевского могильника [1]. Погребение № 99. Длина головки 140 мм. Ручка прямоугольная. Боек 14 × × 25 мм. Дата — IX—X вв. Погребение мужское; сопровождающие инструменты: кузнечные клещи, железный инструмент неопределенного назначения и железный топор. Клещи и молоток лежали рядом у правого плеча костяка [2].

г) Молот с Княжей Горы [3]. Длина головки 90 мм. Рукоятка прямоугольная, 12 × × 28 мм. Боек 40 × 20 мм. Дата — XII—XIII вв.

д) Молот с Княжей Горы [4]. Длина 115 мм. Рукоятка прямоугольная. Боек 20 × 25 мм. Дата — XII—XIII вв.

е) Молот из Старой Рязани [5]. Длина головки 110 мм. Рукоятка прямоугольной формы. Боек 30 × 25 мм. Дата — XII — половина XIII в.

ж) Молот с Райковецкого городища [6]. Длина 145 мм. Рукоятка прямоугольная. Боек 30 × 26 мм. Дата — начало XIII в.

з) Молот с Райковецкого городища [7]. Длина 110 мм. Рукоятка прямоугольная. Боек 23 × 27 мм. Дата — начало XIII в. На Райковецком городище найдено еще три молота-ручника; сами молоты не сохранились, а в описи их размеры не упомянуты.

и) Молот с Вщижского городища [8]. Длина головки 85 мм. Рукоятка круглая, боек 22 × 30 мм. Дата — XII—XIII вв.

к) Молот из Владимирских курганов [9]. Найден в кургане Б. Брембола Переяславльского уезда. Удлиненной формы. Длина головки 165 мм. Рукоятка треугольной формы. Один боек в плане круглый, диаметром 28 мм, другой — задок-остряк шириной 38 мм. Курган с трупосожжением. Дата — X—XI вв. [10].

[1] Коллекции ГИМ, № 56480, хр. 93/40.
[2] В. А. Городцов. Археологические исследования в окрестностях гор. Мурома в 1910 г. М., 1914, стр. 67.
[3] Коллекции КГИМ, № 32787.
[4] Коллекции КГИМ, № С 22647.
[5] Коллекции РКМ.
[6] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 84.
[7] Там же, стр. 84.
[8] Коллекции ГИМ, № 82508, оп. 1115/870.
[9] Коллекции ГИМ, № 54746, Румянц. каталог 2986.
[10] А. С. Уваров. Меряне и их быт по курганным раскопкам. М., 1872, стр. 6.

л) Молот с Княжей Горы [1]. Удлиненной формы. Длина головки 195 мм. Рукоятка прямоугольная. Боек 26 × 30 мм. Дата — XII—XIII вв. В работе менее удобен, чем вышеперечисленные молоты.

м) Молот [2]. Местонахождение — Киевщина (паспорт потерян). Дата — время Киевской Руси. Узкая, вытянутая и вогнутая в сторону рукоятка; головка имеет длину 215 мм. Боек круглой формы 32 × 32 мм. Рукоятка круглая.

н) Молот с Ижевского городища [3]. Длина 105 мм. Рукоятка овальная. Оба бойка плоские. Ширина бойка 37 мм. Дата — X—XI вв.

о) Молот с Княжей Горы [4]. Длина головки 215 мм с двумя плоскими бойками размером 35 × 25 мм. Рукоятка прямоугольная. Дата — XII—XIII вв.

п) Молот из Старой Рязани [5]. Длина головки 80 мм. Размер бойков 28 × 16 мм. Рукоятка круглая. Дата — XII—XIII вв.

р) Молот из Елизаро-Михайловского могильника [6]. Длина головки 90 мм. Боек 25 × 20 мм. Рукоятка прямоугольная. Погребение ювелира. Дата — VIII—IX вв.

Кузнечные клещи

а) Клещи с Княжей Горы [7]. Длина 24,5 см. Губы прямые, длиной 5,5 см и шириной 1,2 см. Инструмент хорошей кузнечной работы, с пропорциональными формами. У одной половины немного обломана ручка. Дата — XII—XIII вв.

б) Клещи из Владимирских курганов [8]. Курган у с. Б. Брембола. Ни номер кургана, ни сопровождающий инвентарь не известны. Длина 21,3 см. Губы овальные, с немного вытянутыми концами, длиной 4,8 см и шириной 0,9 см. Клещи хорошей кузнечной работы. Дата — XI—XIII вв.

в) Клещи из Подболотьевского могильника [9]. Погребение № 99. Сохранность пло-

[1] Коллекции КГИМ, № 32786.
[2] Коллекции КГИМ, № 4538.
[3] А. А. Спицын. Археологические разыскания о древнейших обитателях Вятской губ. МАВГР, М., 1893, вып. 1, табл. XIII, № 7.
[4] Коллекции ЧКМ.
[5] Коллекции ГИМ, № 58607, оп. 47/471.
[6] Коллекции Моршанского краевед. музея. Раскопки П. И. Иванова.
[7] Коллекции КГИМ, № 32753.
[8] Коллекции ГИМ, № 54746.
[9] Коллекции ГИМ, № 56480, хр. 93/40а.

хая, часть губ и одна рукоятка разрушены. Общая длина около 20 см, губы прямые, длиной около 5,5 см и шириной 0,9 см. Дата — IX—X вв.

г) Клещи с городища Старая Рязань [1]. Длина 16 см. Губы овальные с немного вытянутыми концами, клещи хорошей кузнечной работы. Дата — XII в.— половина XIII в.

д) Клещи с Сарского городища [2]. Очень маленький экземпляр. Длина 15 см. На одной рукоятке на конце круглое отверстие для зажимного приспособления. Оно, вероятно, состояло из кожаного или проволочного кольца. Дата — IX—X вв.

е) Клещи из Елизаро-Михайловского могильника [3]. Очень маленький экземпляр. Длина 12 см. Губы прямые, длиной 4 см. Дата — VIII—IX вв.

ж) Клещи из Подболотьевского могильника [4]. Погребение № 2. Сохранность хорошая. Экземпляр примитивной формы и грубого изготовления. Длина 51,5 см. Губы овальные, длиной 13,6 см и шириной 1,3 см. Дата — IX—X вв.

з) Клещи с Княжей Горы [5]. Грубой работы. Общая длина 48 см. Губы прямые, длиной 8,5 см и шириной 1,8 см. Дата — XII—XIII вв.

и) Клещи с городища Девичь-Гора [6]. Грубой работы. Длина 45,7 см. Губы овальные, длиной 10,5 см и шириной 1,0 см. Дата — XII—XIII вв.

к) Клещи с Райковецкого городища. Пропали, как и большинство Райковецких находок, во время Великой Отечественной войны. На городище было найдено два экземпляра клещей данной группы, один из них реконструируется по полевой описи [7]. Длина 35 см. Губы овальной формы, широкие. Дата — первая половина XIII в.

л) Клещи с Княжей Горы [8]. Длина 32 см. Губы овальной формы с вытянутыми и заостренными концами, их длина 8,7 см. На конце одной рукоятки загнутая петля для зажимного приспособления. Дата — XII—XIII вв.

м) Клещи из Шестовицких курганов [1]. Длина 28 см. Судя по рисунку, губы овальной формы. Вместе с клещами в погребении находился молоток.

н) Клещи из Галича [2]. Длина около 28 см. Губы овальной заостренной формы.

о) Обломок клещей с городища Девичь-Гора [3]. Реконструированная длина около 46 см.

п) На Ковшаровском городище под Смоленском А. Н. Лявданский среди железных вещей в славянском слое нашел «инструмент с обломанной нижней частью, напоминающий клещи» [4]. В той же работе он приводит без масштаба рисунок этого предмета — два прямолинейных стержня с маленькими крючкообразными загибами на одном конце, соединенных шарниром на другом конце. В нашу археологическую литературу этот предмет вошел как специализированные кузнечные клещи с широким размахом губ. Вероятнее всего, это — клещи для удержания тиглей, но не кузнечные клещи, так как подобными клещами кузнец не сможет удержать поковки: она выскользнет и загибы на концах ее не удержат,— тут нет плоскости трения, которая позволяет губам клещей удерживать предметы.

Клещи кричные

а) Кричные клещи из Новгорода [5]. Найдены на Ярославовом дворище в 1948 г. Сохранилась только одна половина с обломанным концом щеки, но по ней очень легко реконструировать весь инструмент. Длина 66 см. Губы правильной круглой формы, общим диаметром около 12 см и длиной 18 см. Ширина щеки 2,05 см. Дата — X—XI вв.

б) Кричные клещи из Новгорода [6]. Длина 77 см. Губы круглой формы, длиной

---

[1] Коллекции ГИМ, № 58607, хр. 99/35 б.

[2] Д. П. Эдинг. Сарское городище. Ростов, 1928, стр. 55.

[3] Коллекции Моршанского краевед. музея. Раскопки П. И. Иванова.

[4] Коллекции ГИМ, № 56480, хр. 151/3.

[5] Коллекции КГИМ, № 32752.

[6] Коллекции КГИМ, № В1550.

[7] В. К. Гончаров. Райковецкое городище. Киев, 1950, стр. 85.

[8] Коллекции ЧКМ.

[1] T. Arne. Die Holzkammergräber. Acta Archaeologica, Bd. II, H. 3, 1931, S. 295.

[2] Я. И. Пастернак. Старый Галич. Краків, 1944, стр. 186.

[3] Коллекции КГИМ, № В1550.

[4] А. Н. Лявданский. Некоторые данные о городищах Смоленской губернии. Научные известия Смоленского государственного университета, т. III, вып. III. Смоленск, 1926, стр. 231.

[5] Коллекции ГИМ, № 82582. оп. 1143/48—1641.

[6] А. В. Арциховский. Раскопки на Славне в Новгороде. МИА, № 11, М.— Л., 1949, стр. 145.

16,5 см и шириной 1,6 см. Найдены в Новгороде в 1937 г. при водопроводных работах на глубине 2 м. Исходя из Новгородской стратиграфии данного района, клещи можно датировать XII—XIII вв.

в) Кричные клещи, очень похожие на клещи из Новгорода 1937 г., но более поздние, найдены в Новгороде в 1939 г. при раскопках южной части Кремля. Датируются XV—XVI вв.[1]

г) Кричные клещи с Райковецкого городища. Клещи не сохранились, но, судя по рисунку и описи, очень похожи на клещи из Новгорода 1937 г. Длина 60 см. Дата — первая половина XIII века.

Клещи-кусачки

а) Кусачки из Старой Рязани[2]. Длина 20 см. Губы изготовлены специально для откусывания мягкого металла. Их ширина 2,1 см. Дата — XII—XIII вв.

б) Кусачки из Владимирских курганов[3]. Курган у дер. Гнездилово, № 37. Длина кусачек 16,5 см, ширина губ 0,4 см.

в) Кусачки из Новгорода[4]. Найдены на Ярославовом дворище в 1947 г. Общая длина 14,5 см. Сохранность плохая. Стратиграфическая дата — XIII в.

г) Кусачки с городища Старая Ладога[5].

Зубила кузнечные

а) Зубило-секач из Подболотьевского могильника, длина зубила 15,5 см. Режущая кромка широкая — 5 см. Угол клина 25°, а угол заточки 75°. Круглая рукоятка расположена поперек лезвия[6].

б) Зубило с городища Княжая Гора. Длина 14 см. Режущая кромка 3 см, угол заточки 50°. Рукоятка круглая[7].

в) Зубило с городища у с. Бобрица Каневского уезда. Длина зубила 12,5 см. Режущая кромка имеет ширину 4,5 см. Угол лезвия равен 48°. Рукоятка — продольная лезвию, круглая[1]. Несколько экземпляров подобных зубил имеется на городище Княжая Гора[2].

г) Мог служить зубилом и молот-секач. Например, секач с Княжей Горы[3]. Его длина 17,5 см. Длина режущей кромки 5 см. Угол лезвия 22°. Рукоятка — продольная лезвию, круглая.

Зубила слесарные (Описание и структура шлифов)

Рязань-10. Зубило хорошей сохранности. Длина 74 мм. Ширина лезвия 15 мм. Шлиф сделан на продольном сечении лезвия. Зубило оказалось цельностальным. Сталь неоднородного строения. Вдоль стержня зубила идут три полосы сорбита с ферритом, с разным содержанием углерода. Границы между полосами расплывчатые. На острие зубила структура мартенсита и троостита. Твердость по Виккерсу 762 единицы.

Псков-12. Зубило хорошей сохранности. Длина 56 мм, ширина лезвия 17 мм. Шлиф сделан на продольном сечении всего зубила. Зубило оказалось железным с наваренным стальным лезвием. Основа зубила — феррит, в некоторых местах с перлитными полями разной плотности. Структура наваренного лезвия — сорбит. Дата — XI—XII вв.

Федяшево-3. Зубило хорошей сохранности. Длина зубила 75 мм, ширина 7,5 мм. Шлиф сделан на продольном сечении лезвия зубила. Зубило оказалось цельностальным. Структура его в основной массе — мартенсит и троостит. Микротвердость равна от 650 до 743 единиц по Виккерсу. Само острие лезвия имело структуру мартенсита (рис. 154, *1*). Микротвердость мартенсита в некоторых местах достигала 919 единиц по Виккерсу (660 по Бринеллю). Образец был отожжен. Содержание углерода у острия зубила достигало 0,85%. Дата — XI—XII вв.

Глазов-9. Обломок лезвия зубила. Сохранившаяся длина 30 мм, ширина лезвия 8 мм. Шлиф сделан на продольном сечении лезвия. Зубило оказалось железным с наваренным лезвием. Основа зубила —

---

[1] А. А. Строков и В. А. Богусевич. Предварительный отчет о раскопках. Новгородский исторический сборник, вып. 7. Новгород. 1940, стр. 10.
[2] Коллекции РКМ.
[3] Коллекции ГИМ, № 54746, Румянц. каталог 2584.
[4] Коллекции ГИМ, № 82582, оп. 1143/47—2838.
[5] Старая Ладога. Ленинград, 1948, стр. 83.
[6] Коллекции ГИМ, № 56480, оп. 811/3053.
[7] Коллекции КГИМ, № В1294.

[1] Коллекции КГИМ, № 57748.
[2] Коллекции КГИМ, № 32662, 32665, С22675.
[3] Коллекции КГИМ, № В1292.

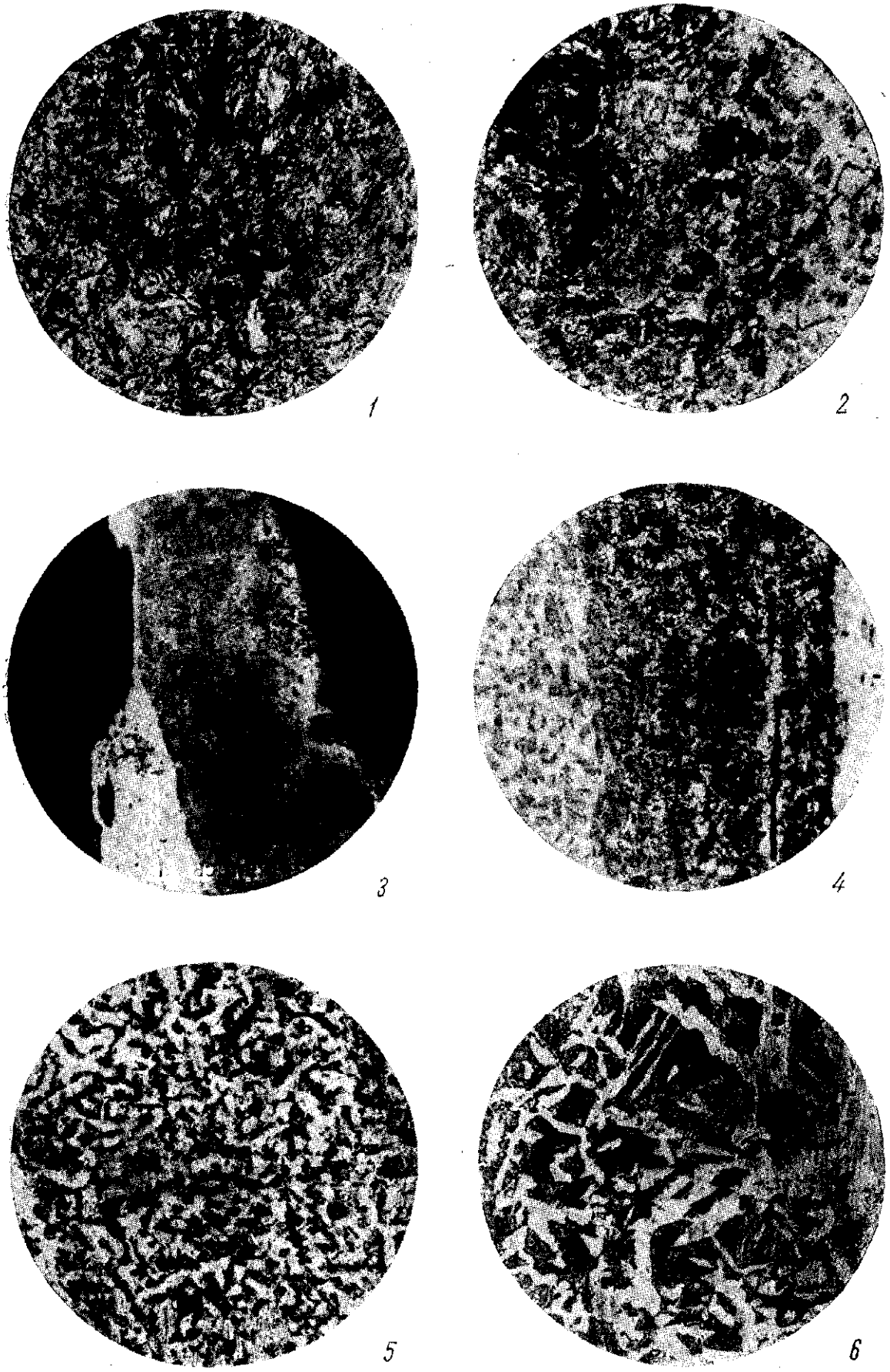


Рис. 154. Микроструктура лезвий зубил и ножей

1 — зубило, Федяшево-3, мартенсит, ув. 200; *2* — зубило, Глазов-9, мартенсит, ув. 200; *3* — нож, Сарское-4, сварочный шов у выхода стальной полосы на лезвие, ув. 32; *4* — нож, Рязань-3, сварочный шов (справа) между стальной и железной полосами, ув. 100; *5* — нож, Приладожье-1, перлит и феррит, ув. 100; *6* — нож, Гнездово-1, перлит и феррит, ув. 100

феррит. Структура наваренной части у самого острия — мартенсит (рис. 154, *2*), ближе к сварочному шву — троостит; твердость мартенсита 724 единицы по Виккерсу, троостита — 536 единиц. Дата — X в.

Напильники
(Описание и структура шлифов)

а) Напильники с перекрестной насечкой

1. Вышгород-7. Длина полотна напильника 135 мм. Общая длина 185 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина у черенка 13 мм, толщина 4,7 мм, ширина у конца 7,2 мм и толщина 2,7 мм. Насечка перекрестная на всех четырех плоскостях. Сохранность хорошая. Шаг основных зубьев 1,2—1,4 мм, верхней насечки 2 мм. Угол наклона основных зубьев к продольной оси 46°. Угол верхней насечки 56°. Строение зуба: угол заострения колеблется от 95 до 100°, задний угол 24—25°; следовательно, угол резания равен 120—125° [1]. Дата — XII—XIII вв.

Микроструктурный анализ показал, что материалом напильника является сталь, термически обработанная. Полотно сварено из трех стальных полос, с разным содержанием углерода. Структура средней полосы — троостит, структура крайних полос у поверхности — мартенсит и троостит (рис. 155, *1*). Микротвердость: троостита 514 единиц по Виккерсу, мартенсита и троостита 690 единиц.

2. Райки-9. Длина полотна напильника 115 мм. Общая длина 157 мм. Форма сечения полотна прямоугольная, ширина у черенка 7,5 мм, толщина 5,5 мм, ширина у конца 5,5 мм, толщина 3,5 мм. Насечка перекрестная на всех четырех плоскостях. Зубья насечки сохранились. Материал напильника — чистая однородная сталь без шлаковых включений. Напильник термически обработан — закален. Структура материала — тонкоигольчатый мартенсит с небольшим количеством троостита (рис. 155, *2*). Микротвердость по Виккерсу равна 657 единицам. На городище найдено два напильника, второй экземпляр потерян во время Великой Отечественной войны. Дата — XII—XIII вв.

[1] Замеры производились при увеличении через бинокуляр.

3. Новгород-12. Найден на Ярославовом дворище. Длина полотна напильника 125 мм. Общая длина 175 мм. Форма сечения полотна прямоугольная, с немного скошенными боковыми плоскостями. Ширина у черенка 16 мм, толщина 2,2 мм. Ширина у конца 9,3 мм, толщина 1,5 мм. Насечка перекрестная на всех четырех плоскостях. Зубья сохранились частично только на боковых поверхностях. На остальной поверхности хорошо сохранились следы насечки. Шаг зубьев колеблется от 0,9 до 1 мм. Углы наклона зубьев к продольной оси 60 и 74°. Стратиграфическая дата — XIV—XV вв.

Материал напильника — сталь, термически обработанная. Структура металла — мартенсит и троостит, к середине сечения один троостит. Микротвердость от 437 до 363 единиц по Виккерсу.

б) Напильники с однорядной насечкой

4. Новгород-13. Найден у ворот городского вала. Полотно напильника частично обломано. Сохранившаяся часть имеет длину 33 мм (судя по пропорциям напильника, длина полотна была около 70 мм). Длина черенка 30 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 6,6 мм, толщина 3,2 мм. Однорядная наклонная насечка хорошо сохранилась на всех четырех сторонах. Шаг зубьев колеблется в пределах 1—1,2 мм. Угол наклона зубьев к продольной оси 80°. Высота зуба около 0,35—0,4 мм. Угол заострения 100°. Задний угол 20°. Следовательно, угол резания равен 120°. Основной, первоначальный ряд зубьев в некоторых местах напильника пересечен неумелой рукой, очевидно после того, когда основная насечка начала тупиться. Дата — XII в.

Материал напильника — сталь однородного строения, термически обработанная. Структура — крупноигольчатый мартенсит (рис. 155, *3*). Твердость очень высокая, равна 824 единицам по Виккерсу. Встречаются участки с мелкоигольчатым строением; их твердость колеблется от 673 до 724 единиц.

5. Вышгород-8. Дата — XII—XIII вв. Длина полотна 105 мм. Общая длина 140 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 8,6 мм, толщина 3,7 мм. Напильник сильно коррозирован и следы однорядной наклонной насечки лишь слабо

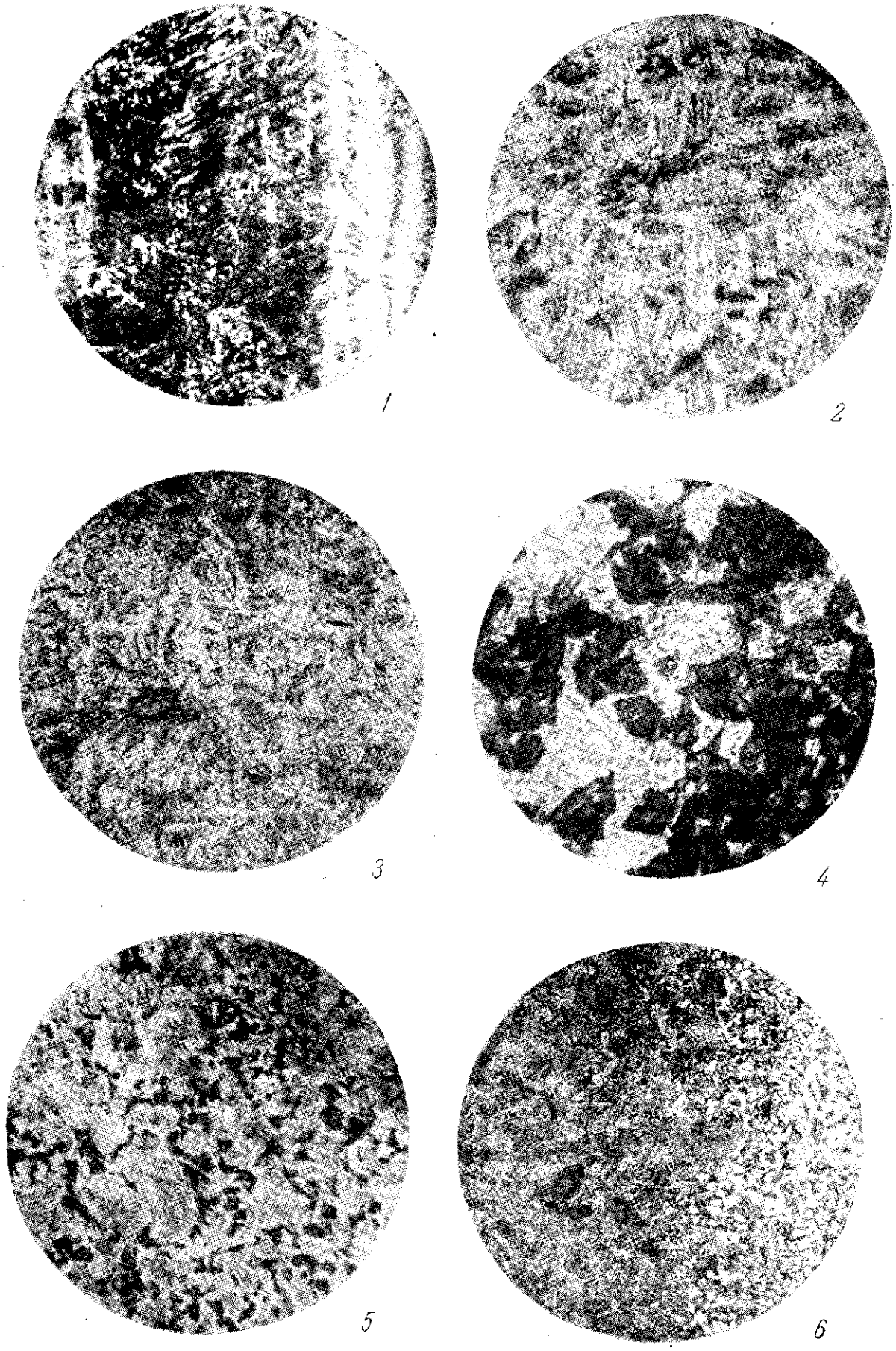


Рис. 155. Микроструктура напильников

1 — Вышгород-7, мартенсит и троостит, ув. 200; *2* — Райки-9, мартенсит, ув. 200; *3* — Новгород-12, мартенсит, ув. 200; *4* — Гнездово-6, мартенсит и троостит, ув. 200; *5* — Вышгород-6, мартенсит и троостит, ув. 200; *6* — Новгород-11, цементация, ув. 200

заметны на коррозии. Шаг около 1,1 мм. На черенке сохранились остатки деревянной ручки. Материал — сталь, термически обработанная. Структура — сорбит неполной закалки.

6. Гнездово-6. По музейной шифровке напильник из кургана № 65 раскопок Сергеева. Дата — X век. Длина полотна напильника 110 мм, общая длина 142 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 12 мм, толщина 5,5 мм. Напильник сильно коррозирован, но следы однорядной наклонной насечки хорошо заметны на слое коррозии. Шаг зубьев от 0,6 до 0,8 мм.

Материал напильника — сталь, термически обработанная. Полотно было сварено из двух стальных полос. Структура — мартенсит и троостит (рис. 155, *4*).

7. Княжая-20. Дата — XII—XIII вв. Длина полотна напильника 135 мм. Общая длина 176 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 9 мм, толщина 4,5 мм. Напильник коррозирован, но следы однорядной наклонной насечки заметны на коррозии.

Материал напильника — сталь, термически обработанная. Полотно сварено из двух стальных полос. Структура — сорбит, твердость 265 единиц по Виккерсу.

8. Напильник с древнерусского городища на Киевщине[1]. Паспорт утерян во время Великой Отечественной войны. Длина полотна 110 мм. Общая длина 170 мм. Форма сечения полотна напильника квадратная, размером 7,7 мм. Напильник коррозирован. Следы насечки видны хорошо. Структурное исследование не производилось.

9. Федяшево-5. Дата — XI—XII вв. Длина полотна 110 мм, общая длина напильника 175 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 9,5 мм, толщина 3,8 мм. Зубья насечки не сохранились, но хорошо видны следы однорядной наклонной насечки.

Материал напильника — сталь неоднородного строения. Структура металла — сорбит.

10. Напильник с городища Княжая Гора[2]. Дата — XII—XIII вв. Длина полотна 80 мм. Общая длина напильника 130 мм. Сечение прямоугольное, у черенка ширина 7 мм, толщина 6 мм, у конца ширина 7 мм, толщина 4,5 мм. Следы однорядной наклонной насечки заметны хорошо на всех сторонах. Структурное исследование не производилось.

11, 12. Напильники с городища Княжая Гора[1]. Дата — XI—XIII вв. Форма и размеры обоих напильников одинаковы, длина полотна 60 мм, общая длина у одного 110 мм, у другого 120 мм. Сечение полотна прямоугольное. У черенка ширина 8 мм, толщина 8 мм. У конца ширина 8 мм, толщина 4 мм. На всех сторонах хорошо заметны следы однорядной насечки. Структурного исследования не производилось.

13. Вышгород-6. Дата — XII—XIII вв. Сохранился обломок полотна. Длина 105 мм. Сечение прямоугольное, 8×5 мм. Насечка видна плохо и лишь на одной стороне.

Материал напильника — очень чистая сталь, термически обработанная — закалка. Структура — мартенсит и троостит (рис. 155, *5*). Микротвердость 707 единиц по Виккерсу.

14. Напильник из Вщижа[2]. Дата — XI—XII вв. Напильник очень хорошей сохранности, с косой насечкой на всех поверхностях. Длина полотна 100 мм, общая длина 147 мм. Сечение прямоугольное 7×4,7 мм. Структурного исследования не производилось.

в) Напильники с однорядной фигурной насечкой

15. Новгород-11. Найден на Ярославовом дворище. Стратиграфическая дата — XIV в. Полотно напильника частично обломано. Сохранившаяся часть имеет длину 58 мм (длина полотна была около 75 мм). Длина черенка 30 мм. Форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 10 мм, толщина 1,8 мм. Насечка хорошо сохранилась на всех четырех поверхностях. На широких сторонах зубья расположены елочкой, с началом зуба в середине поверхности и углом наклона 70°. Шаг около 0,75 мм. На боковых сторонах однорядная наклонная насечка, шаг также 0,75 мм.

Материал напильника — железо с цементованной (науглероженной) поверхностью. Структура металла у поверхности — сорбит (рис. 155, *6*).

---

[1] Коллекции КГИМ, № С65374.
[2] Коллекции КГИМ, № 32808.

[1] Коллекции КГИМ, № 32807, 32809.
[2] Коллекции ГИМ, опись 1149/5031.

16. Новгород-14. Найден на Ярославовом дворище. Напильник вмонтирован на шарнире в набор ювелирного инструмента костереза. Кроме напильника, в инструменте имеются резец, шило, нож и рукоятка. Стратиграфическая дата — XII—XIII вв. Общая длина напильника 68 мм, форма сечения полотна прямоугольная. Ширина 10 мм, толщина 3,5 мм. Насечка хорошей сохранности, на двух широких поверхностях. Боковые грани не насекались. На одной поверхности зубья расположены елочкой, на другой — отдельными крупными зубьями-заусенцами типа современного рашпиля. Подобная насечка подтверждает, что инструмент предназначен для работы по кости.

Напильник сделан из неоднородного металла. Половина площади шлифа имеет чисто ферритную структуру, другая половина, отделенная сварочным швом,— стальная, термически обработанная. Структура стальной части — мартенсит.

Материал напильника — железо с цементированной (науглероженной) поверхностью. Структура металла у поверхности — сорбит.

19. Напильник с древнерусского городища у с. Монастырка Киевского уезда [1]. Длина полотна 105 мм. Общая длина 140 мм. Форма сечения напильника ромбовидная. Размер в середине полотна: ширина 6,6 мм и толщина 3,8 мм. Однорядная насечка хорошо сохранилась на всех четырех поверхностях. Структурного исследования не производилось.

20. Напильник с городища Княжая Гора [2]. Дата — XII—XIII вв. Длина полотна 80 мм, общая длина 115 мм. Ручка железная круглая, фигурная, с петлей на конце. Форма сечения полотна ромбовидная, со скошенными боковыми гранями. Ширина 13 мм, толщина напильника 4,3 мм. Следы насечки видны плохо, в нескольких местах хорошо. Структурное исследование не производилось.

г) Напильники с фигурным профилем

17. Княжая-19. Дата — XII—XIII вв. Длина полотна 70 мм. Общая длина напильника 115 мм. Форма сечения напильника овальная, с острыми боковыми ребрами. Рукоятка железная, прямоугольной формы, с петлей на конце. На полотне сохранились только следы однорядной насечки. В инвентарной описи КГИМ под № 21717 описан напильник подобной же формы. Сам напильник потерян.

Материал напильника — сталь, термически обработанная. Структура металла — мартенсит и феррит. Твердость по Виккерсу 266 единиц.

18. Княжая-18. Дата — XII—XIII вв. Часть полотна обломана; сохранившаяся имеет длину 50 мм. Общая длина 115 мм. Ручка железная, фигурная, с петлей на конце. Форма сечения напильника овальная. Ширина 12 мм, толщина 4,2 мм. Сохранились только следы насечки.

д) Напильники малые, ювелирные

21. Напильник с древнерусского городища на Киевщине [3]. Паспорт потерян. Длина полотна 52 мм. Общая длина 84 мм. Форма сечения напильника прямоугольная. Ширина 6 мм, толщина 2 мм. Следы однорядной насечки хорошо сохранились на всех четырех сторонах. Структурное исследование не производилось.

22. Псков-14. Дата — XII—XIII вв. Длина полотна 50 мм, общая длина 79 мм. Профиль прямоугольный. Ширина у черенка 8 мм, у конца 3 мм. Толщина 1 мм. Насечка однорядная, наклонная, сохранилась хорошо только на широких сторонах. Шаг зубьев 0,5 мм. Материал напильника — сталь, термически обработанная. Структура — сорбит.

---

[1] Коллекции КГИМ, № 57227.
[2] Коллекции КГИМ, № 32200.
[3] Коллекции КГИМ, № 58342.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СТРУКТУРА ШЛИФОВ[1]

Ножи

а) Сварка лезвия из трех полос

Рязань-3. Нож обломан в середине клинка. Сохранившаяся часть клинка ножа имела длину 30 мм. Толщина спинки ножа 4,8 мм. Шлиф сделан поперек лезвия у обломанного конца. Клинообразная фигура поверхности шлифа имела следующую структуру (рис. 35). Посередине клина проходила полоса феррита с перлитом (сталь), толщиной около 0,8 мм. У острия полоса имела неравновесную структуру сорбита. Содержание углерода 0,6%. По бокам от полосы располагались ферритные зоны (железо) с небольшим количеством шлака. Сварочные швы между железом и сталью очень чистые и тонкие. На рис. 154, *4* представлена граница (справа) между стальной и железной полосами.

Приладожье-1. Нож целый, средней сохранности. Лезвие значительно сточено. Длина лезвия ножа 72 мм, общая длина 163 мм. Толщина спинки ножа у черенка 4,8 мм и у конца 3,6 мм. Шлиф сделан у конца лезвия. Структурная схема аналогична предыдущей. Толщина стальной полосы 0,9 мм. Структурное состояние — феррит и перлит (сталь). Углерода около 0,45%. Ферритные зоны обычные. Шов очень чистый. На рис. 154, *5* мы видим структуру стальной полосы (перлит и феррит).

Приладожье-2. Нож целый, средней сохранности. Лезвие сточено. Длина лезвия 100 мм, общая длина 192 мм. Толщина спинки 5 мм. Шлиф сделан на расстоянии 25 мм от конца лезвия. Структурная схема аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы равна 0,9 мм. Структурное состояние средней полосы — феррит и перлит (сталь). Углерода около 0,4%. Ферритная зона обычная. Шов чистый. Микротвердость структурных составляющих по Бринеллю равна: феррита и перлита 254 единицы, феррита — 174 единицы. На рис. 38, *1* представлена структура стальной полосы (перлит и феррит); слева — светлое поле — сварочный шов.

Приладожье-3. Нож целый, средней сохранности. Длина лезвия 85 мм, общая длина 148 мм. Толщина спинки 4,6 мм, у конца 4,3 мм. Образцы на шлиф взяты с конца лезвия и конца черенка. Структурная схема шлифа лезвия аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 0,8 мм. Ее структурное состояние — феррит и перлит. Содержание углерода 0,35%. У левой ферритной зоны вдоль шва идет узкая полоска перлита с ферритом, сходящая на чистый феррит. Сварочный шов чистый. Структура шлифа на образце с черенка — целиком ферритная со шлаками.

Гнездово-1. Нож целый, очень хорошей сохранности, без ржавчины, так как покрыт слоем окалины красно-коричневого цвета. Лезвие немного сточено. Длина лезвия 100 мм, общая длина 170 мм. Спинка округлена, толщина 5,7 мм, на конце лезвия 4,4 мм. Образец на шлиф взят с конца лезвия и конца черенка. Структурная схема шлифа лезвия аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 1 мм. Ее структу-

[1] Местоположение памятников см. на стр. 16, датировку изделий — в приложении 3 на стр. 251.

ра — феррит и перлит. Содержание углерода 0,45%. Ферритные зоны обычные. Швы очень чистые. Структура шлифа на образце с черенка — целиком ферритная. На рис. 154, *6* изображена структура перлита и феррита.

Гнездово-2. Нож целый, очень хорошей сохранности, покрытый окалиной. Лезвие значительно сточено. Его длина 104 мм, общая длина ножа 215 мм. Толщина спинки 4,5 мм, на конце 3,7 мм. Образец на шлиф взят у конца лезвия, отступя 25 мм. Структурная схема шлифа аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 0,8 мм. Ее структура — феррит и перлит. Содержание углерода 0,3%. У левой ферритной зоны вдоль шва идет узкая полоса перлита с ферритом, сходящая постепенно на чистый феррит. Сварочный шов чистый. Микротвердость структурных составляющих ножа по Виккерсу равна: перлита и феррита 220 единиц, феррита 157 единиц.

Гнездово-3. Нож целый, хорошей сохранности. Длина лезвия 65 мм, общая — 128 мм. Толщина спинки 4,8 мм. Шлиф сделан на расстоянии 20 мм от конца лезвия. Структурная схема шлифа аналогична предыдущим. Толщина средней полосы 0,6 мм. Ее структура — феррит и перлит. Содержание углерода колеблется от 0,05 до 0,1%. Ферритные зоны чистые, с крупным зерном. Перед нами пример брака у древнерусского ножовника. Желая сварить стальную полосу, мастер перепутал металл и в середину вварил почти железное лезвие.

Поречье-1. Дата XI в. Нож целый, плохой сохранности. Лезвие немного сточено. Длина клинка 90 мм, общая длина ножа 160 мм. Шлиф сделан на конце лезвия, отступя 30 мм. Структурная схема аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 0,9 мм. Ее структурное состояние у острия — мартенсит (закаленная сталь), ближе к обуху — мартенсит с троститом. Боковые зоны имели структуру феррита с перлитом. Содержание в ней углерода около 0,1%. Сварочные швы очень чистые и тонкие. Вдоль швов в боковых зонах идут тонкие полоски с сорбитной структурой. Микротвердость стальной закаленной полосы по Виккерсу равна 572 единицам. После замеров твердости этот образец был подвергнут отжигу [1]. Шлиф на отожженном образце обнаружил однородное перлитное строение стальной полосы с содержанием углерода около 0,8%. На рис. 156, *1* представлена мартенситная структура вварной полосы.

Владимир-1. Нож целый, хорошей сохранности. Длина лезвия 110 мм, общая — 195 мм. Толщина спинки 5,8 мм, у конца 4,3 мм. Лезвие немного сточено. Шлиф сделан почти в середине клинка, от конца лезвия 50 мм. Структурная схема аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 0,75 мм. Ее структура — перлит и феррит. Содержание углерода 0,35%. Ферритная зона обычная. Очень много мелкого (точками) шлака. Швы чистые. Микротвердость стальной полосы по Виккерсу 270 единиц.

Владимир-2. Нож целый, хорошей сохранности, весь покрыт окалиной. Сохранились даже грани отточки лезвия. Длина лезвия 130 мм, общая длина ножа 225 мм. Толщина спинки 7 мм, у конца 6,4 мм. Начиная с середины лезвия, к концу ножа было взято пять образцов и изготовлено пять шлифов. Структурная схема аналогична предыдущим. Она повторилась на всех пяти шлифах. Толщина стальной полосы 1,0 мм. Ее структура — феррит и перлит. Содержание углерода 0,35%. В ферритных зонах иногда попадаются перлитно-ферритные участки. Швы чистые.

Михайловское-1. Нож очень хорошей сохранности. Покрыт окалиной. Длина лезвия 115 мм, общая 210 мм. Толщина спинки 5,2 мм. Шлиф сделан на расстоянии 25 мм от конца ножа. Структурная схема аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 0,9 мм. Ее структура — феррит и сорбит; встречаются участки феррита с зернистым цементитом.

Псков-3. Нож хорошей сохранности, с обломанным черенком. Длина клинка 100 мм. Толщина спинки 4,7 мм. Начиная от черенка были взяты три образца и на них сделаны шлифы. Структурная схема, аналогичная предыдущим, повторилась на всех трех шлифах. Толщина стальной полосы 1,1 мм. Ее структура — феррит с полосчатым перлитом. Содержание углерода 0,15%. Здесь такая же картина, как и в образце Гнездово-3,— производственный брак. Микротвердость феррита и перлита по Виккерсу равна 190 единицам, а феррита 121 единице.

[1] Отжиг в течение 30 мин. при температуре 875°.

Псков-7. Нож плохой сохранности, с частично обломанным лезвием и черенком. Длина сохранившейся части лезвия 50 мм. Нож немного сточен. Образец взят на расстоянии 15 мм от излома. Структурная схема аналогична предыдущим. Толщина стальной полосы 0,9 мм. Ее структурное состояние — мартенсит и мартенсит с троститом (закаленная сталь). Боковые зоны ферритные. Микротвердость структуры стальной полосы по Виккерсу равна в зоне мартенсита 525 единицам. На рис. 156, *2* дана структура вваренной полосы; справа — белая полоса и светлое поле — сварочный шов и феррит.

Сарское-2. Нож хорошей сохранности. Длина лезвия 105 мм, общая 195 мм. Толщина спинки 5,2 мм. Шлиф сделан на расстоянии 35 мм от конца ножа. Структурная схема — многослойная сварка лезвия. Толщина средней полосы 1 мм. Ее структура — мартенсит (закаленная сталь) и мартенсит и троостит. Боковые зоны — феррит. Микротвердость мартенсита равна 673 единицам по Виккерсу, а феррита 161 единице. Отжиг этого образца показал, что структура стальной полосы однородна и содержит углерода 0,6%. На рис. 38, *2* показан шов между стальной полосой и ферритной основой клинка; справа — светлое поле — феррит с перлитными участками, слева — темное — мартенсит и мартенсит с троститом. На рис. 156, *3* — структура стальной полосы после отжига.

Сарское-3. Нож с частично обломанным лезвием. Длина оставшейся части 65 мм. Толщина спинки 5,1 мм. Шлиф сделан, отступя на 20 мм от излома клинка. Структурная схема — многослойная сварка лезвия. Толщина полосы 0,8 мм. Ее структура — троостит. Боковые зоны — феррит. Микротвердость троостита равна 363 единицам по Виккерсу, а феррита 237 единицам. Отжиг этого образца обнаружил однородное строение стальной полосы с содержанием углерода 0,4%. На рис. 156, *4* показан шов; темная половина снимка — закаленная сталь (троостит), светлая — феррит со шлаками.

Сарское-4. Нож с частично обломанным черенком, хорошей сохранности. Длина лезвия 85 мм. Толщина спинки 4 мм, в середине клинка 3,6 мм. Шлиф сделан, отступя на 25 мм от конца лезвия. Структурная схема — многослойная сварка лезвия. Толщина стальной полосы 0,5 мм. Ее структура — мартенсит (троостит). Боковые зоны — ферритные. Сварочные швы очень чистые. Вдоль швов на ферритных зонах шли тонкие диффузионные полосы феррита с перлитом. Микротвердость мартенсита равна 673 единицам по Виккерсу. На рис. 156, *5* изображен сварочный шов, левая темная половина — мартенсит (троостит), правая — феррит. На рис. 154, *3* показан тот же шов у выхода полосы на лезвие при малом увеличении.

Глазов-4. Нож с частично обломанным клинком и сильно сточенным лезвием. Толщина спинки 5,5 мм. Шлиф сделан на расстоянии 25 мм от облома лезвия. Структурная схема — многослойная сварка. Толщина вваренной полосы 0,7 мм. Ее структура — троостит, мартенсит. Ферритные зоны обычные. Сварочные швы очень чистые и прямолинейные. На рис. 38, *3* изображен сварочный шов. Правая сторона — мартенсит и троостит, левая — феррит. На рис. 37 показан выход средней стальной полосы на лезвие ножа. Рис. 150, *1* при большом увеличении показывает структуру стальной полосы.

б) Наварка на железную основу клинка ножа стального лезвия

Новгород-3. Нож с обломанным черенком. Лезвие немного сточено. Длина клинка 140 мм. Толщина спинки клинка 3,3 мм. Со стороны черенка на шлифы взято последовательно пять образцов по 10 мм каждый. Все пять шлифов повторили одну и ту же структурную схему — наварку стального лезвия на железную основу клинка. На клинообразном шлифе, на расстоянии $^1/_3$ высоты от острия, проходит четкая косая светлая линия — сварочный шов. Ниже этой линии к острию расположена зона стальной наварки. Ее структура — троостит. Структура железной основы — феррит с небольшим количеством сорбита. Сварочный шов очень чистый. Микротвердость структурных составляющих металла лезвия по Виккерсу равна: троостита 483 единицы и феррита с сорбитом 206 единиц. На рис. 38, *4* представлен сварочный шов. Слева темное поле — троостит, справа — феррит с сорбитом.

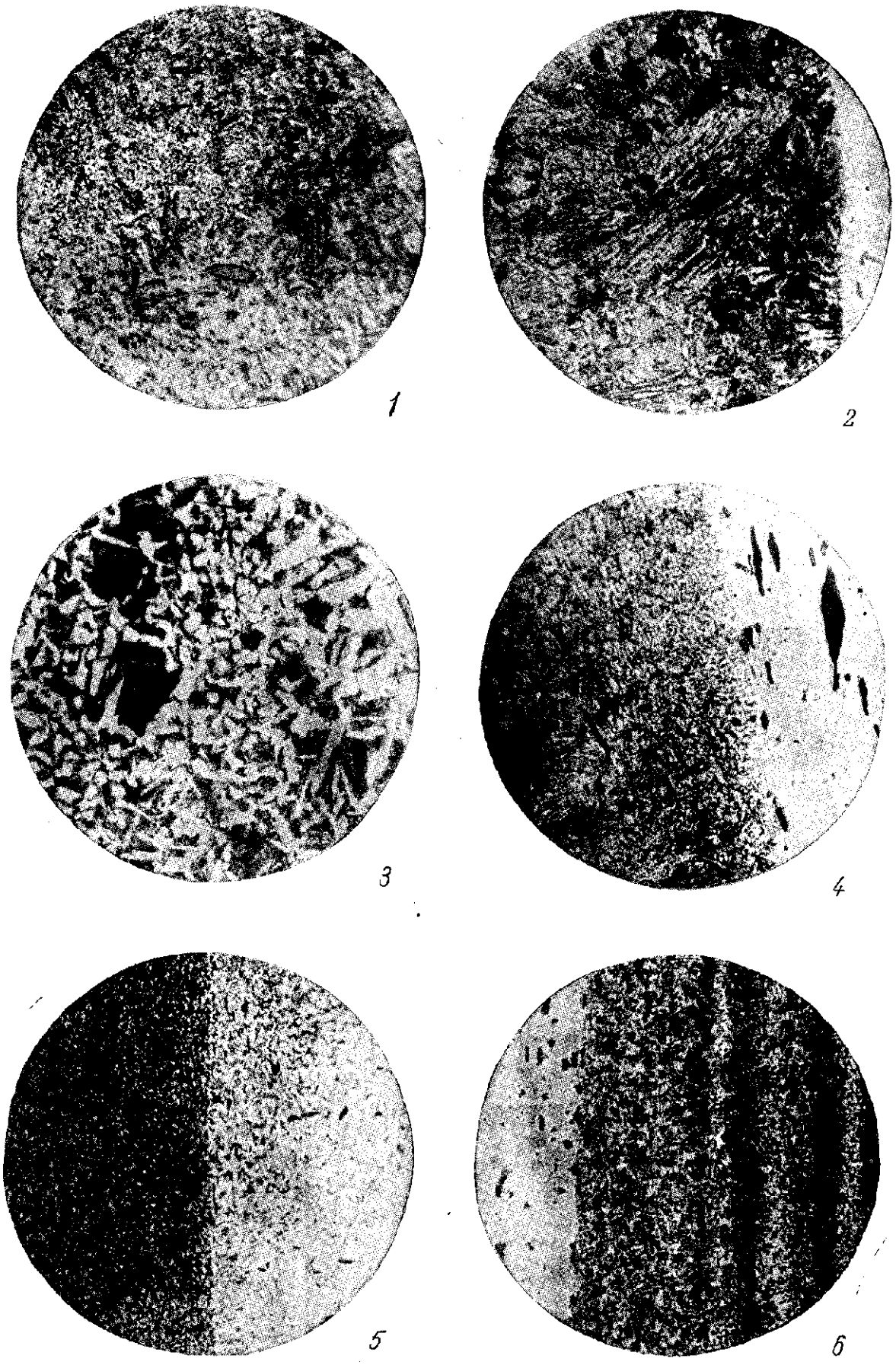


Рис. 156. Микроструктура ножей

1 — Поречье-1, мартенсит, ув. 200; *2* — Псков-7, мартенсит, ув. 200; *3* — Сарское-2, перлит и феррит, ув. 100; *4* — Сарское-3, сварочный шов, ув. 100; *5* — Сарское-4, сварочный шов, ув. 100; *6* — Владимир-4, сварочный шов, ув. 100

Новгород-2. Нож средней сохранности. Лезвие значительно сточено. Длина клинка 90 мм, общая 145 мм. Толщина спинки 3,5, у конца 2,8 мм. Образец на шлиф взят у конца лезвия, отступя 25 мм. Структурная схема — наварка. Структура наваренного лезвия — троостит. Твердость 483 единицы по Виккерсу. Основа клинка — феррит со шлаками.

Новгород-4. Нож с обломанным черенком. Клинок хорошей сохранности. Его длина 105 мм, толщина спинки 4 мм, ближе к концу 3,5 мм. Шлиф сделан на лезвии, отступя от конца 35 мм. Структурная схема — наварка. Сварочный шов очень чистый, клинообразный. Структура наварки — сорбит, основы клинка — феррит. Микротвердость сорбита по Виккерсу равна 217 единицам, феррита — 186 единицам.

Новгород-5. Нож очень хорошей сохранности с частично обломанным лезвием. Толщина спинки лезвия 3,8 мм. Образец на шлиф взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка. Стальная наварка является основной массой лезвия; железный обух занимает $1/4$ высоты клинка. Структура наваренного металла — мартенсит. Железный обух — феррит. Сварочный шов зигзагообразный. Микротвердость 485 единиц по Виккерсу, железного обуха — 138 единиц. На рис. 38, *б* представлена структура наваренной части — мартенсит.

Новгород-6. Нож хорошей сохранности, с обломанным концом, лезвие значительно сточено. Длина клинка 110 мм, общая 145 мм. Образец взят у облома. Структурная схема — наварка. Шов клинообразный. Структура наварки — мартенсит и мартенсит с троститом, обуха — феррит. Микротвердость мартенсита 536 единиц по Виккерсу.

Новгород-7. Нож хорошей сохранности, лезвие значительно сточено. Длина клинка 135 мм, общая 165 мм. Толщина спинки 5,5 мм, ближе к концу 3,7 мм. Образец взят на расстоянии 50 мм от конца лезвия. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой, чистый. Структурное состояние наварки — мартенсит, основы клинка — феррит.

Новгород-9. Нож хорошей сохранности. Лезвие значительно сточено. Длина клинка 95 мм, общая — 155 мм. Образец взят на расстоянии 45 мм от конца лезвия. Структурная схема — наварка. Сварочный шов клинообразный. Структура наварки — сорбит, основы клинка — феррит.

Новгор. кург.-2. Нож хорошей сохранности с частично обломанным лезвием. Толщина спинки 3 мм. Образец на шлиф взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой, очень чистый. Структура наварки — мартенсит с троститом. Металл основы клинка неоднороден, у самой спинки клинка чистый феррит, а ближе к сварочному шву феррит с перлитом. Микротвердость мартенсита по Виккерсу равна 642 единицам, а железного обуха — 143 единицам. Этот образец был подвергнут отжигу. Шлиф на отожженном образце показал однородность материала наварки. Ее структурное состояние — перлит, содержание углерода 0,85%.

Владимир-3. Нож средней сохранности. Длина клинка 125 мм, общая длина 180 мм. Образец взят на расстоянии 50 мм от конца лезвия. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой, очень чистый. Структура наварки неоднородна: часть, расположенная ближе к лезвию, — мартенсит, а остальная, бо́льшая часть — мартенсит с троститом. Основа клинка ферритная. Микротвердость троостита равна 413 единицам по Виккерсу. После замеров образец подвергнут отжигу. Сталь наварки, как и следовало ожидать, неоднородна. Содержание углерода колеблется от 0,3 до 0,4%.

Владимир-4. Нож очень хорошей сохранности, но лезвие сильно сточено. Длина клинка 90 мм, общая 140 мм. Толщина спинки 3,5 мм. Образец взят на расстоянии 30 мм от конца лезвия. Структурная схема — наварка. Структура наварки — сорбит, полосчатый. Основа клинка — феррит с большим количеством шлака. Микротвердость наварки — 254 единицы по Виккерсу, а железа — 121 единица. На рис. 156, *б* представлен сварочный шов. Левая светлая часть — феррит.

Владимир-5. Нож очень хорошей сохранности. Лезвие сильно сточено. Длина клинка 105 мм, общая 155 мм. Толщина спинки 5 мм, у конца 3,3 мм. Образцы на шлиф взяты на черенке и на лезвии на расстоянии 35 мм от конца. Структурная схема — наварка. Шов клинообразный. Структура

наварки — троостит, у самого острия — мартенсит. Основа клинка — феррит с перлитным участком и шлаками. Микротвердость мартенсита по Виккерсу 626 единиц. Структура шлифа на образце черенка — сорбит.

Княжая-1. Нож хорошей сохранности, с частично обломанным лезвием. Толщина спинки 3 мм. Образец на шлиф взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой, чистый. Структура наварки — сорбит, у самого острия — троостит, основы клинка — феррит.

Псков-1. Нож с обломанным черенком. Длина клинка 97 мм. Толщина спинки 4,2 мм, у конца 3,7 мм. Образец на шлиф взят у конца с черенком. Структурная схема — наварка. Структура наварки — троостит, основы клинка — феррит. Сварочный шов клинообразный. Микротвердость троостита по Виккерсу 383 единицы, основы клинка — 153 единицы.

Псков-2. Нож с обломанным черенком и частью клинка. Толщина клинка у оставшейся части 4,6 мм. Образец на шлиф взят у облома. Структурная схема — наварка. Сварочный шов клинообразный, средней чистоты. Структура наварки сорбит, основы клинка — феррит с перлитными полосами и очень мелкими шлаками.

Псков-4. Часть клинка ножа. Толщина спинки 4,5 мм. Образец на шлиф взят с конца, обращенного к черенку. Структурная схема — наварка. Сварочный шов клинообразный, очень чистый. Структурное строение наварки — троостит, основы клинка — феррит со шлаками. На рис. 157, *1* изображена структура наваренной части лезвия.

Псков-9. Часть клинка ножа. Толщина спинки 2,8 мм. Образец на шлиф взят к концу лезвия, отступя 25 мм. Структурная схема — наварка. Шов клинообразный. Структурное состояние наварки — сорбит, основы клинка — феррит со шлаками.

Подболотье-1. Нож с обломанным черенком. Длина клинка 160 мм. Толщина спинки 4,4 мм. Образец на шлиф взят на расстоянии 55 мм от конца клинка. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой, средней чистоты. Структура наварки — троостит и мартенсит, основы клинка — феррит с небольшим количеством сорбитообразного перлита.

Вышгород-1. Нож хорошей сохранности. Длина клинка 135 мм, общая 190. Толщина спинки 4,5 мм, в середине лезвия 3,8 мм. Образец взят на расстоянии 60 мм от конца лезвия. Структурная схема — наварка. Шов чистый, закругленный. Наварка составляет основную массу ножа, $^2/_3$ высоты клинка. Структурное состояние металла наварки — мартенсит, ближе к обуху встречаются участки троостита, обуха — феррит. Микротвердость стальной наварки равномерна по всей площади и равна 612 единицам. Последующий отжиг образца обнаружил однородное строение наваренной части. Структура наварки — перлит. Содержание углерода 0,85%. На рис. 38, *5* изображен сварочный шов. Правая темная часть — троостит с мартенситом, левая — феррит. На рис. 157, *2* дана структура отожженного металла наварки — перлит.

Вышгород-2. Нож средней сохранности, с частично обломанным концом лезвия. Лезвие немного сточено. Толщина спинки 4,4 мм. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка. Сварочный шов чистый, прямой. Структура наварки — мартенсит и мартенсит с трооститом, основы клинка — феррит. Микротвердость мартенсита с трооститом 420 единиц, основы клинка 151 единица по Виккерсу.

Вышгород-3. Нож средней сохранности. Лезвие частично сточено. Длина клинка 65 мм, общая 115 мм. Толщина спинки 4,5 мм. Образец был взят на расстоянии 25 мм от конца лезвия. Структурная схема — наварка. Структура наваренной части — мартенсит, основы клинка феррит. Микротвердость по Виккерсу мартенсита равна 572 единицы, а основы клинка 143 единицы.

Вышгород-4. Обломок клинка ножа средней сохранности. Толщина спинки 3 мм. Образец взят у облома черенковой части. Структурная схема — наварка. Сварочный шов клинообразный. Структура наваренной части — мартенсит, основы клинка феррит. Последующий отжиг этого образца показал однородное строение металла наварки. Содержание углерода 0,4%. На рис. 157, *3* представлена структура наварки и сварочный шов; слева — светлое поле — железная основа, феррит; справа — наварка — мартенсит.

Сарское-1. Нож средней сохранности. Длина клинка 175 мм, общая 215 мм. Толщина спинки 5,3 мм, в середине лезвия 5 мм. Начиная с конца лезвия взято шесть образцов по 12 мм каждый. Шлифы на всех образцах повторили одну и ту же структурную схему — наварку лезвия. Шов чистый, клинообразный. Структура наваренной части — сорбит с ферритом. Основа клинка — феррит, иногда с небольшими полями перлита. Перед нами производственный брак: вместо стали наварили железо с малым содержанием углерода (около 0,2%). Клинок закаливали, о чем свидетельствует сорбитообразная структура.

Глазов-2. Нож хорошей сохранности, с обломанным кончиком. Длина клинка 155 мм, общая 250 мм. Толщина спинки 6 мм, в середине лезвия 4,5 мм. Образцы взяты у облома лезвия на расстоянии 40 мм от края и на черенке. Шов на клинке чистый, клинообразный. Структурная схема лезвия — наварка. Структура наварки — мартенсит, встречаются участки троостита, основы клинка — феррит. Шлиф на черенке обнаружил две зоны: основная — феррит и приваренная вдоль длинной стороны — зона перлита. На рис. 157, *4* изображен сварочный шов наварки лезвия. Темная половина — троостит, светлая — феррит.

Глазов-3. Нож средней сохранности с обломанным концом. Длина сохранившейся части клинка 85 мм, общая 150 мм. Толщина спинки 4,6 мм. Образец на шлиф взят у облома лезвия. Структурная схема — наварка. Шов клинообразный, средней чистоты. Структурное состояние: наварки — мартенсит, основы клинка — феррит. Микротвердость металла наварки равна 536 единицам, основы клинка — 100 единицам по Виккерсу.

Вщиж-2. Нож хорошей сохранности, с обломанным черенком. Длина клинка 130 мм, толщина спинки 4,8 мм. Начиная от облома, взято четыре образца по 15 мм каждый. На всех обнаружена одна структурная схема — наварка лезвия. Шов косой, чистый. Структура наварки — мартенсит. Сама наварка была предварительно тоже сварена из двух стальных половинок. После закалки одна половинка у острия лезвия дала тонкоигольчатое мартенситное строение, другая — крупноигольчатое мартенситное строение. Структура основы клинка — феррит со шлаками. На рис. 157, *5* изображен переход от тонкоигольчатого мартенсита к крупноигольчатому.

Вщиж-1. Нож хорошей сохранности с обломанным черенком. Длина клинка 150 мм. Толщина спинки 4,3 мм. Образец взят в середине лезвия. Структурная схема — наварка. Шов косой, чистый. Структура наварки — троостит, железной основы — феррит.

Райки-1. Нож целый, плохой сохранности. Лезвие немного сточено. Длина клинка 90 мм, общая 140 мм. Толщина спинки 4 мм. Образец взят в середине клинка. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой. Структура наварки — сорбит. Основа клинка — феррит со шлаками.

Райки-2. Нож плохой сохранности с обломанным черенком. Длина клинка 125 мм. Толщина спинки 4,3 мм. Образец взят в середине лезвия. Структурная схема — наварка. Сварочный шов косой. Структурное состояние наварки — перлит, содержание углерода 0,8%. Основа клинка — феррит со шлаками.

в) Цементация лезвия

Рязань-2. Нож с обломанным черенком. Лезвие значительно сточено. Толщина спинки 3,6 мм. Образец для шлифа взят на конце клинка, обращенном к черенку. Вдоль всей поверхности клинка на глубину около 0,5 мм идет зона цементации. Ее структура — троостит и мартенсит. Посередине клинообразного шлифа идет полоса феррита, тоже клинообразной формы. Микротвердость цементированного слоя равна 462 единицам, а микротвердость сердцевины — 174 единицам по Виккерсу. После отжига троостит и мартенсит перешли в структуру перлита с ферритом. У поверхности содержание углерода равно около 0,35%, а затем цементированный слой постепенно переходит в чистый феррит.

Глазов-1. Нож с обломанным концом лезвия, средней сохранности. Длина сохранившейся части клинка 140 мм, общая 230 мм. Толщина спинки 5,7 мм. Лезвие значительно сточено. Структурная схема шлифа весьма похожа на предыдущую. Цементированный слой имеет сорбитную структуру. Сердцевина — феррит. Микротвердость цементированного слоя 283 единицы по Виккерсу, а сердцевины 190

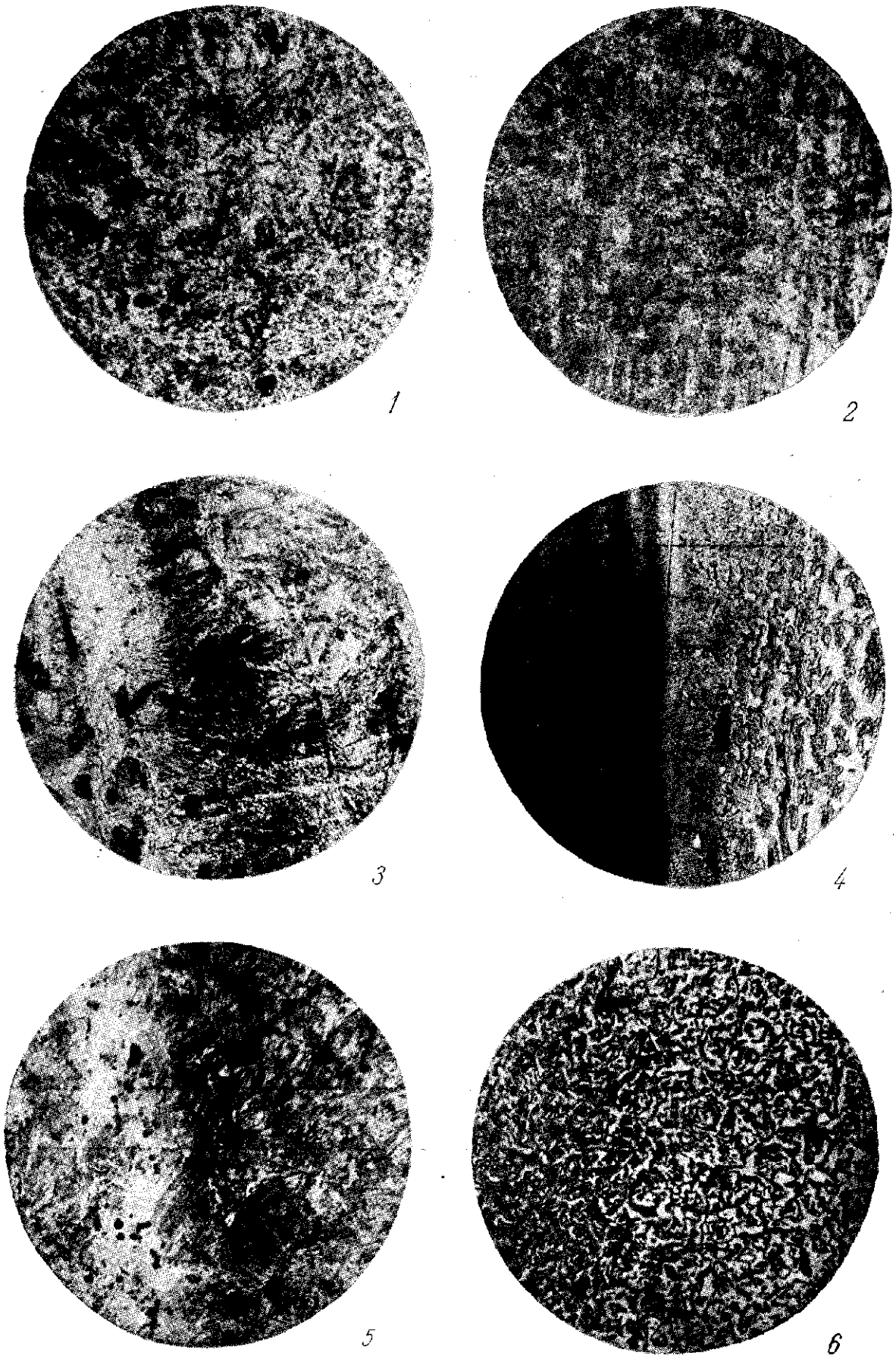


Рис. 157. Микроструктура ножей

1 — Псков-4, мартенсит и троостит, ув. 200; *2* — Вышгород-1, перлит, ув. 100; *3* — Вышгород-4, мартенсит, ув. 200; *4* — Глазов-2, сварочный шов, ув. 100; *5* — Вщиж-2, сварочный шов, ув. 200; *6* — Вишенки-4, сорбит, ув. 100

единиц. После отжига цементированный слой получил структуру перлита с ферритом. У поверхности содержание углерода равно 0,35% с постепенным переходом в чистый феррит.

г) Цельностальные лезвия

Рязань-1. Нож с обломанным лезвием и много сточенным острием. Образец взят у облома лезвия. Структура клинка — мартенсит, но в разных местах не с одинаковой концентрацией углерода. Микротвердость по Виккерсу колеблется от 429 до 360 единиц. На рис. 45, *2* представлена структура у лезвия — мартенсит.

Рязань-4. Нож с обломанным черенком и сточенным лезвием. Толщина спинки 3 мм. Образец взят у конца к черенку. Структура шлифа неоднородна, основная масса ближе к острию — мартенсит с трооститом, но встречаются полоски феррита.

Новгор. кург.-1. Нож с обломанным черенком и сточенным лезвием. Длина клинка 95 мм, толщина спинки 3,5 мм. Образец взят со стороны черенка. Структура шлифа неоднородна. Основная масса клинка имеет структуру сорбита, а часть обуха — перлит с ферритом.

Княжая-3. Нож с обломанным черенком и частью клинка. Образец взят у облома, обращенного к черенку. Структура однородная — мартенсит с трооститом.

Псков-6. Обломок лезвия ножа. Толщина спинки 3,3 мм. Образец взят у облома. Структура по всему шлифу мартенсит и троостит.

Вишенки-1. Нож с обломанным черенком и кончиком лезвия. Образец взят у облома, обращенного к черенку. Структура сорбит. Микротвердость острия по Виккерсу 358 единиц. На рис. 157, *6* представлена структура обуха клинка.

Райки-3. Нож с обломанным черенком. Длина клинка 100 мм, толщина спинки 3,2 мм. Образец взят у облома черенка. Структура клинка сварная из нескольких стальных полос с разным содержанием углерода. Структурное состояние полос — сорбит.

Ножницы

Новгород-10. Ножницы пружинные. Экземпляр хорошей сохранности, одно лезвие частично обломано. Общая длина 166 мм, длина лезвия 65 мм. Пружина круглая, диаметром 25 мм, шириной 9 мм, толщиной 2,6 мм. Образцы взяты с лезвия, отступя 25 мм от облома, со стержня в середине его и с пружины в средней ее части. Структурная схема на всех трех шлифах одинакова — две зоны, разделенные светлым сварочным швом. Шлиф на лезвии. В середине клинка проходит косой сварочный шов. Верхняя часть клинка к обуху — феррит. Нижняя часть к лезвию — сорбит (троостит), микротвердость по Виккерсу 383 единицы. Шлиф на пружине. Вдоль длинной стороны, занимая около $^1/_4$ площади шлифа, отделенная плавным сварочным швом, находится зона феррита. Остальная площадь — перлит. Содержание углерода около 0,8%. Микротвердость перлитной зоны 335 единиц. Шлиф на стержне. Вся площадь шлифа разделена в середине сварочным швом. Одна половина феррит, другая половина — сорбит. На рис. 158, *1* представлен переход от феррита к перлиту на шлифе пружины.

Рязань-9. Ножницы пружинные, хорошей сохранности, общая длина 113 мм, длина лезвия 42 мм. Пружина круглая, диаметром 18 мм, шириной 9 мм и толщиной 2 мм. Образец взят с лезвия, отступя от его конца 25 мм. Структурная схема подобна предыдущей. Основа клинка — очень чистый феррит, микротвердость равна 137 единицам. На расстоянии $^1/_3$ высоты клинка от острия проходит горизонтальный сварочный шов. Остальная часть к острию — наваренное лезвие, структура — троостит. Микротвердость 560 единиц. После отжига образца структура наваренного лезвия — перлит. Содержание углерода 0,9%.

Гнездово-4. Ножницы пружинные, с переломленным стержнем. В местах, покрытых окалиной, сохранность очень хорошая. Общая длина 144 мм, длина лезвия 61 мм. Пружина круглая, диаметром 27 мм, шириной 13,6 мм и толщиной 2,1 мм. Образцы на шлиф взяты с середины лезвия и на пружине. Структурная схема лезвия — наварка острия. Основа клинка — феррит с небольшим количеством шлака. Сварочный шов очень чистый, но немного расплывчатый. Структура наваренного лезвия — перлит. Содержание углерода 0,85%. Около шва наваренная часть немного обезуглерожена. Углерод выгорел во время сварки лезвия, когда нагревали стальную полосу до

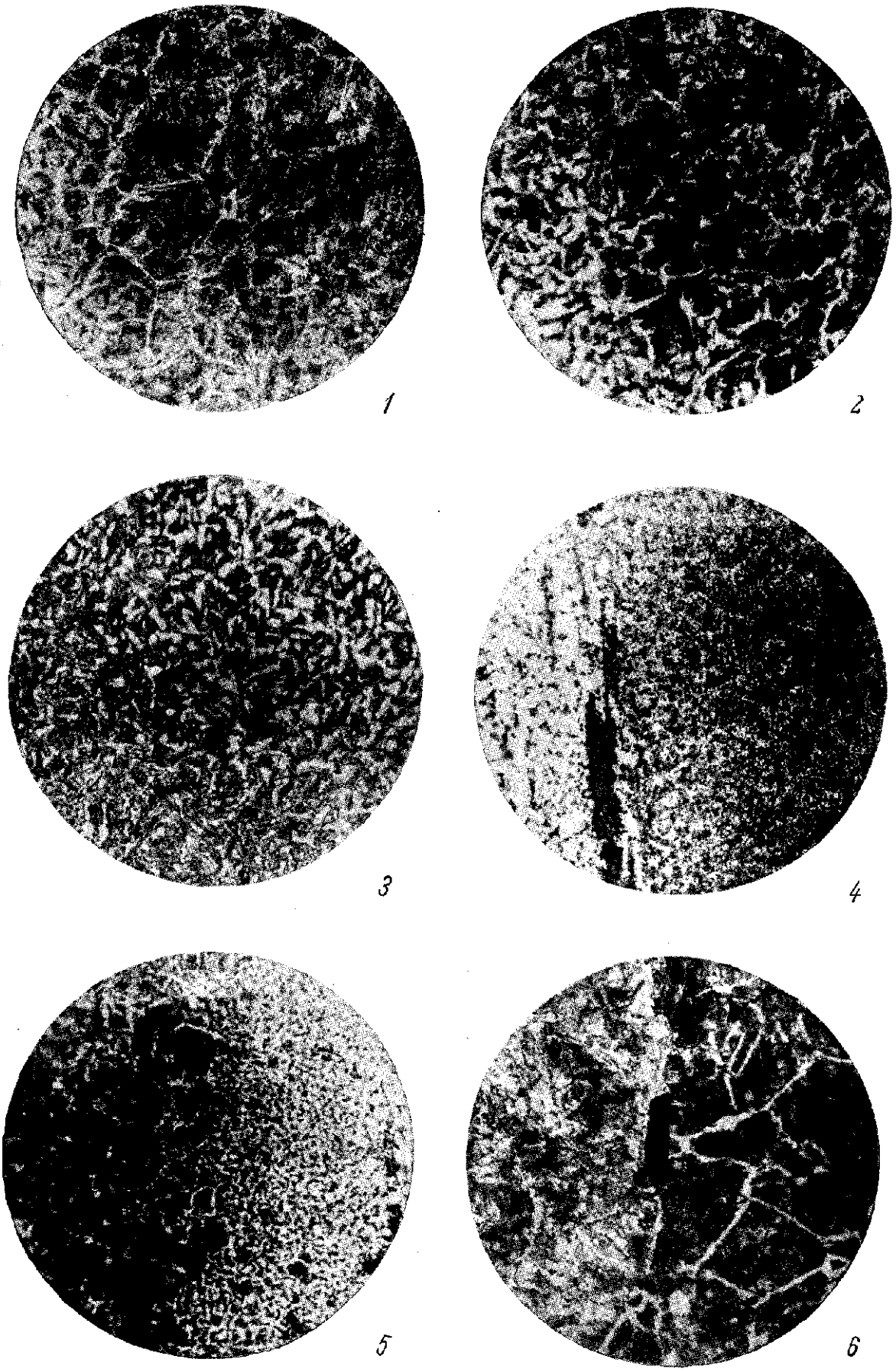


Рис. 158. Микроструктура ножниц и серпов

1 — ножницы, Новгород-10, перлит и сварочный шов, ув. 100; *2* — ножницы, Гнездово-4, перлит, ув. 100; *3* — ножницы, Сарское-5, сорбит, ув. 100; *5* — серп Новгор. кург.-7, сварочный шов, ув. 100; *5* — серп, Речица-1, переход к сварочному шву, ув. 200; *6* — серп, Вишенки-3, сварочный шов, ув. 100

сварочного жара. Структура пружины состоит из трех полос с сорбитообразным перлитом, перемежающихся с двумя ферритными полосами. На рис. 158, *2* представлена структура наваренного лезвия около сварочного шва. Шва на рисунке нет, он проходит около светлой части рисунка. Структура — перлит с частичным обезуглероживанием в сторону шва.

Владимир-6. Ножницы пружинные, хорошей сохранности, с частично обломанным лезвием. Общая длина 130 мм, длина лезвия 52 мм. Пружина круглая, диаметром 23 мм, шириной 12,8 мм и толщиной 2 мм. Образец взят с середины обломанного лезвия. Структурная схема — наварка лезвия. Основа клинка — феррит. Сварочный шов косой, очень расплывчатый, нечеткий. Структура наварки — перлит с ферритом. Содержание углерода около 0,45%.

Псков-11. Ножницы пружинные. Сохранилась часть лезвия и стержень. Лезвие сильно разрушено. Образец взят с лезвия у облома и со стержня у облома. Структура шлифа лезвия дала почти полностью ферритное строение, но в стороне к острию клинка у самого края заметны следы сварочного шва и сорбитной структуры. Перед нами та же структурная схема, что и у предыдущего образца, но с полностью разрушенной наварной частью. Шлиф стержня дал двухзонное строение. Одна половина — сорбитообразный перлит с ферритом (содержание углерода 0,35%), другая — феррит с очень мелкими вкраплениями шлака.

Вышгород-5. Ножницы пружинные. Сохранность плохая. Сохранились только пружина и часть стержней. Диаметр пружины 25 мм, ширина 10 мм, толщина 2,8 мм. Образец взят из середины пружины. Структурная схема — сварка двух полос феррита и сорбитообразного перлита с ферритом. Сварочный шов нечеткий.

Сарское-5. Ножницы пружинные. Сохранились только пружина и одно лезвие. Длина 135 мм, длина лезвия 58 мм. Пружина круглая, диаметром 26 мм, шириной 14 мм и толщиной 3 мм. Образец взят на лезвии, отступя от конца 25 мм. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит с небольшим количеством шлака. Сварочный шов косой, очень чистый. Структура наварки — сорбит. Содержание углерода 0,7%. К сварочному шву содержание углерода понижается до 0,5%. Микротвердость у самого острия равна 331 единице по Виккерсу. На рис. 158, *3* представлена структура наваренной части около сварочного шва.

Вщиж-3. Ножницы пружинные. Сохранились только одно лезвие и стержень. Общая длина (реконструированная) 195 мм, длина лезвия 105 мм. Образец взят с середины лезвия. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит с небольшим количеством сорбитообразного перлита около сварочного шва. Сварочный шов косой, средней чистоты. Структура наваренной части — троостит (сорбит). На рис. 45, *3* изображен сварочный шов. Темное поле — троостит.

Райки-8. Ножницы шарнирные, хорошей сохранности. Лезвия немного сточены. Общая длина 160 мм, длина лезвий (от шарнира до конца) 80 мм. Образец взят с середины лезвия. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Микротвердость колеблется от 120 единиц до 175 единиц по Виккерсу. Наварка сильно сточена. Сварочный шов очень грязный. Остатки наваренного лезвия имеют структуру зернистого перлита.

Серпы

а) Многослойная сварка лезвия

Райки-10. Серп средней сохранности с обломанным лезвием. Толщина спинки 3,2 мм. Образец взят на лезвии, отступя от излома 50 мм. Структурная схема — трехслойная сварка лезвия. В середине проходит стальная полоса, по бокам — железные. Структура средней части — перлит с ферритом (сорбит). Содержание углерода 0,4%.

Райки-12. Серп плохой сохранности, сохранилась лишь часть лезвия. Толщина спинки 3,3 мм. Образец взят с обоих концов облома. Структурная схема на том и другом шлифе повторила одно и то же строение — трехслойную сварку лезвия. Толщина средней полосы около 1 мм. Ее структура — перлит с ферритом (рис. 159, *4*). Содержание углерода 0,35%.

б) Наварка стального лезвия на железную основу серпа

Новгород-19. Обломок серпа из середины лезвия. Длина обломка 50 мм, толщина спинки 3,2 мм. Образец взят у излома с

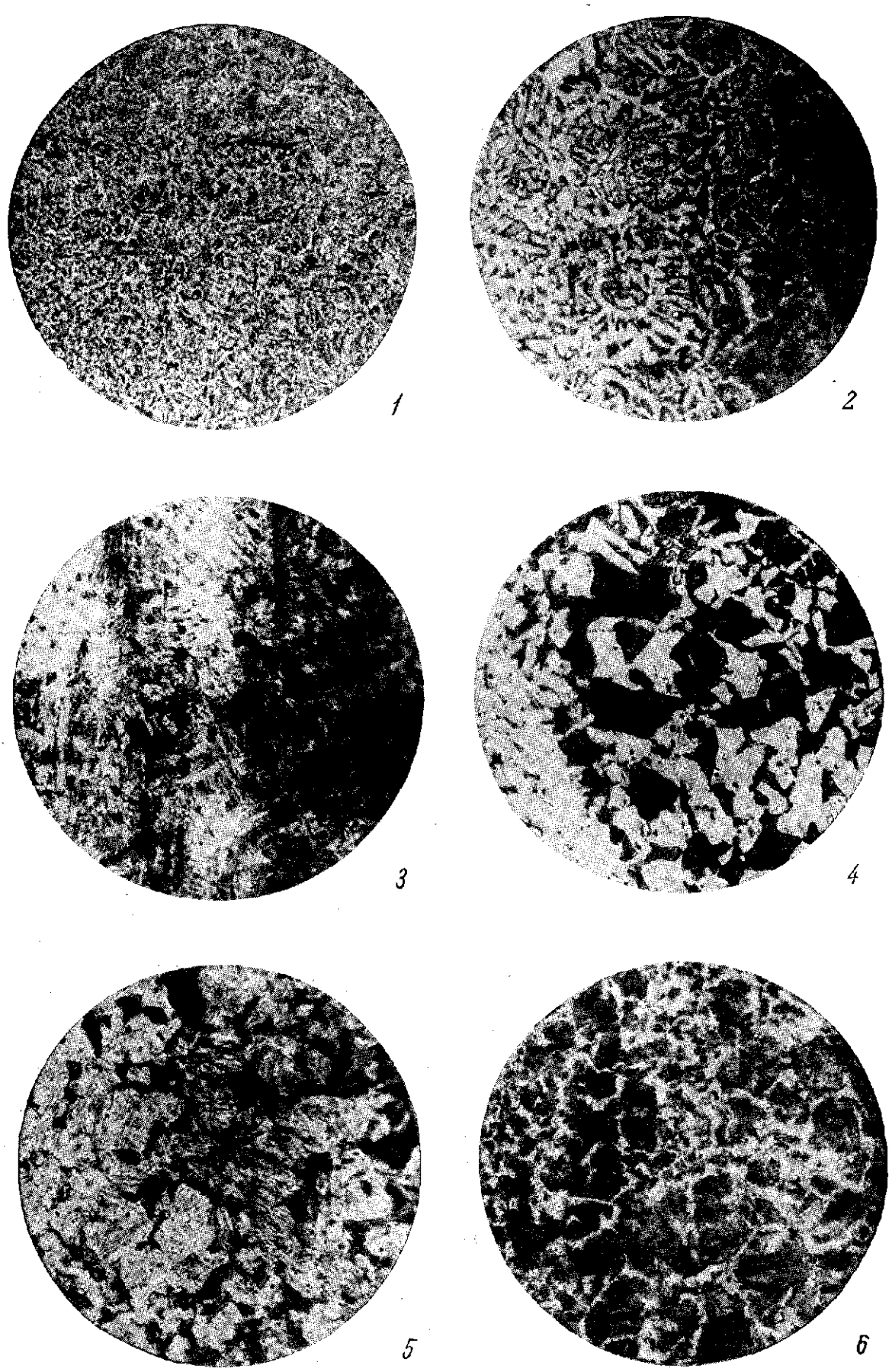


Рис. 159. Микроструктура серпов

1 — Новгор. кург.-10, сорбит с ферритом, ув. 100; *2* — Княжая-6, сварочный шов, ув. 100; *3* — Дрогичинское-1, мартенсит с троститом, ув. 200; *4* — Райки-12, перлит с ферритом, ув. 100; *5* — Псков-10, мартенсит и троостит, ув. 200; *6* — тот же образец отожженный, перлит с ферритом, ув. 100

широкой стороной. Структурная схема — наварка. На узком клинообразном шлифе внизу у острия на протяжении 6 мм — приваренное стальное лезвие. Его структура — троостит. У самого острия — мартенсит. Микротвердость троостита по Виккерсу 429 единиц. Сварочный шов расположен поперек, горизонтально. Остальная масса — основа клинка — феррит. Ее микротвердость 160 единиц.

Новгор. кург.-7. Серп с обломанным черенком и концом лезвия. Толщина спинки 3,4 мм. Образец взят у излома к середине лезвия. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Его твердость 178 единиц. В нижней части шлифа находится наваренное лезвие, отделенное сварочным швом. Его структурное состояние очень пестро. У самого сварочного шва расположена зона сорбита с ферритом, далее, ближе к острию, сорбит переходит в мартенсит с трооститом, которые к острию плавно переходят в мартенсит. Микротвердости структурных составляющих стальной наварки равны: мартенсита с трооститом 464 единицам и мартенсита 673 единицам по Виккерсу. На рис. 158, *4* представлен сварочный шов между ферритом основы и стальной наваркой, темное поле — сорбит с ферритом. Далее на рисунке изображен переход от сорбита с ферритом к мартенситу с трооститом.

Новгор. кург.-8. Серп средней сохранности с обломанным черенком и концом лезвия. Толщина спинки 2,3 мм. С каждого обломанного конца взято по два образца и на всех четырех сделаны шлифы. На всех шлифах структурная схема повторилась,— эта сварка железной и стальной полос. Клинок лезвия делился на две половины очень чистым продольным сварочным швом. Одна половина — феррит, иногда с небольшим скоплением перлита, другая половина — мартенсит и троостит (см. рис. 45, *6*). Структура мартенсита с трооститом на всей наваренной полосе однородна.

Новгор. кург.-10. Серп с обломанным черенком и концом лезвия. Толщина спинки 3 мм. Образец взят у обломка с середины лезвия. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Сварочный шов очень чистый. Структура наваренной части — сорбит с ферритом (рис. 159, *1*). Содержание углерода 0,4%. Ближе к поверхности структура несколько обезуглерожена.

Новгор. кург.-11. Серп обломанным черенком и концом лезвия. Толщина спинки 3 мм. На лезвии хорошо сохранилась насечка. Образцы взяты с обоих обломанных концов. Все шлифы повторили одну и ту же структуру — наварка стального лезвия. Основа клинка — феррит. Микротвердость 170 единиц. Около сварочного шва феррит переходит в феррит с сорбитом. Структура наваренного лезвия — мартенсит. Его микротвердость равна 560 единицам. Один образец был подвергнут отжигу. После отжига мартенсит наваренного лезвия перешел в состояние перлита с ферритом. Содержание углерода колеблется от 0,3 до 0,35%. При этом нужно учесть, что во время отжига образец обезуглеродился.

Княжая-4. Серп с обломанным черенком и частично разрушенным лезвием. Сохранились конец и обуховая часть середины лезвия. Толщина спинки 3,2 мм. Образец взят с конца лезвия, отступя 35 мм. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Вдоль одной стороны, отделенная сварочным швом, идет сохранившаяся стальная наварка. Ее структура — троостит (мартенсит). На рис. 45, *5* представлен сварочный шов.

Княжая-6. Серп хорошей сохранности. Конец лезвия обломлен. Толщина спинки 3,3 мм. Образец взят у облома. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Около сварочного шва небольшое скопление перлита. Структура стальной наварки — троостит. На рис. 159, *2* изображен сварочный шов; темное поле — троостит.

Подболотье-7. Серп сильно разрушен. Сохранился очень маленький обломок лезвия. Толщина спинки 4,1 мм. Образец на шлиф взят в месте наибольшего сечения. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Вдоль одной стороны идет наваренная стальная полоска,— это остатки наваренного лезвия. Его структура — мартенсит и троостит.

Речица-1. Серп с сильно разрушенным лезвием. Толщина спинки 4 мм. Образец взят у излома. Структурная схема — сварка из двух полос, железной и стальной. Стальная полоса очень неоднородного строения, имеет сорбитную структуру. На рис.

158, *5* изображена структура стальной полосы около сварочного шва.

Вишенки-3. Серп сильно разрушен. Сохранилась лишь часть лезвия длиной в 85 мм. Толщина спинки 3,3 мм. Образец взят в месте наибольшего сечения. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Микротвердость 118 единиц. Сварочный шов средней чистоты. Структура наваренной части — перлит с цементитом. Содержание углерода 1,3%. Микротвердость равна 250 единицам. На рис. 158, *6* представлен сварочный шов. Темная половина — перлит с цементитной сеткой.

Дрогичинское-1. Серп разрушен. Сохранилась часть лезвия. Толщина спинки 3,2 мм. Хорошо сохранилась насечка. Образец взят у облома. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит с сорбитом. Сварочный шов чистый. Структура наварки — мартенсит с трооститом (см. рис. 159, *3*). Микротвердость 573 единицы.

Райки-11. Серп средней сохранности, с обломанным лезвием. Толщина спинки 3,5 мм. Образец взят у облома. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Структура наваренной части — сорбит с ферритом.

Райки-14. Серп хорошей сохранности, целый. Толщина спинки 2,3 мм. Образец взят па конце лезвия, отступя 50 мм. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Структура наваренной части — сорбит с ферритом. У лезвия наваренная часть сточилась, и на острие выходит феррит.

в) Цельностальные лезвия

Новгород-18. Сохранилась половина лезвия, часть к концу. Толщина спинки 1,4 мм. Образец взят у облома. На всем шлифе выявилась однородная структура троостита, к острию встречены участки мартенсита. Микротвердость троостита по Виккерсу равна 420 единицам.

Рязань-11. Серп средней сохранности. Толщина спинки 3,5 мм. Образец взят в середине лезвия у древнего облома. Шлиф обнаружил не очень однородное строение. В основной массе это был мелкозернистый перлит (сорбит) с ферритом, при содержании углерода около 0,4%. Но около спинки содержание углерода падало до 0,3%, а в середине клинка повышалось до 0,5%.

Псков-10. Обломок конца лезвия серпа. Сохранность металла очень хорошая. Лезвие с насечкой. Образец взят у облома. На всем шлифе выявилась однородная структура мартенсита. В некоторых местах имеются небольшие поля троостита (рис. 159, *5*). Микротвердость мартенсита равна 847 единицам по Виккерсу. Образец был подвергнут отжигу. Выявилась структура перлита с ферритом (рис. 159, *6*). Содержание углерода равно 0,7%.

Федяшево-2. Обломок лезвия серпа. Толщина спинки равна 2,8 мм. Образец взят у облома. Строение однородное. Структура — сорбит (троостит).

Косы

А. Наварка стального лезвия

Новгород-17. Коса с обломанным лезвием. Сохранившаяся длина[1] 250 мм. Толщина спинки на лезвии 3,5 мм. Три образца, по 15 мм каждый, взяты у обломанного конца лезвия. На всех трех шлифах одна и та же структурная схема — наварка стального лезвия (рис. 60). Основа клинка — феррит с обильными шлаковыми включениями. Сварочный шов средней чистоты. Структура наваренной части — троостит.

Новгор. кург.-12. Коса переломлена в середине на две половинки. Длина косы около 460 мм. Толщина спинки 3,5 мм. Образцы взяты у обломов обеих половинок. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Микротвердость — 149 единиц по Виккерсу. Сварочный шов очень чистый. Структура наваренного лезвия — мартенсит (рис. 160, *1*). Микротвердость у острия — 548 единиц по Виккерсу.

Новгор. кург.-13. Коса с обломанным лезвием. Сохранившаяся длина 225 мм. Толщина спинки на лезвии 4,2 мм. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Структура наваренного лезвия — сорбит. Содержание углерода равно 0,8—0,85%. На рис. 160, *2* изображен сварочный шов. Левая светлая сторона — феррит.

Новгор. кург.-17. Обломок лезвия косы, ближе к черенку. Длина обломка 210 мм. Толщина спинки лезвия 3,3 мм. Образцы

---

[1] Длина по прямой от обломка до черенка.

взяты с обоих обломанных концов. Оба дали одинаковую структурную схему — наварку лезвия. Образец с конца, расположенного к черенку, оказался в отожженном состоянии (сорбитообразном), образец с конца на лезвии — в термически обработанном виде. Основа клинка — феррит с небольшим количеством шлака. Вдоль сварочного шва на наваренной части шла тонкая обезуглероженная полоса. Структура наваренного лезвия — троостит. На другом образце наварка имела структуру перлита с ферритом (сорбит с ферритом). Содержание углерода 0,45%.

Ковшарово-1. Коса с обломанным лезвием. Длина сохранившейся части 350 мм. Толщина спинки 2,5 мм. Лезвие широкое — 4,5 мм, и на одной его стороне идет небольшой дол по всему лезвию. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка лезвия. Основа клинка — феррит с небольшим количеством сорбита. Его микротвердость равна 172 единицам. Переход к наваренной части резкий, но шва (белой полосы) не заметно. Структура наваренной части — троостит (сорбит). Микротвердость — 282 единицы.

Ковшарово-2. Коса с обломанным лезвием. Длина обломка 210 мм. Толщина спинки 4,5 мм. На одной стороне лезвия у спинки идет небольшой дол. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка лезвия. Основа клинка — феррит. Микротвердость равна 116 единицам. Сварочный шов косой, очень чистый. Структура наваренной части — троостит и мартенсит. Микротвердость мартенсита составляет 503 единицы. На рис. 64, *1* представлен сварочный шов и структура наваренного лезвия.

Княжая-7. Коса с обломанным лезвием. Длина обломка 350 мм. Толщина стенки 2,5 мм, ширина лезвия 50 мм. Три образца взяты у обломанного конца. Шлифы сделаны на всех трех. Структурная схема всех трех шлифов совершенно одинакова; это — наварка стального лезвия. Основа клинка феррит. Сварочный шов косой, средней чистоты. Вдоль шва на ферритной стороне идет узкая полоска диффузированного перлита. Структура наваренного лезвия — троостит. Один из образцов был подвергнут отжигу. Обнаруженная структура лезвия — перлит (рис. 160, *4*). Содержание углерода равно 0,8%. На рис. 160, *3* представлен сварочный шов. Темная половина — троостит.

Райки-15. Обломок конца лезвия косы. Длина обломка 125 мм. Толщина спинки 2 мм. Ширина лезвия 48 мм. Образец взят у облома. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Структура наваренного лезвия у острия — троостит. Содержание углерода 0,8—0,9%.

Б. Цельностальные косы

Новгор. кург.-14. Коса с обломанным лезвием. Длина обломка 270 мм. Толщина спинки 4,7 мм. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — цельностальной клинок. Металл неоднороден. Основная масса — мартенсит с трооститом (рис. 160, *5*), но встречаются небольшие поля сорбита и сорбита с ферритом. Микротвердость на острие равна 626 единицам по Виккерсу. Образец был подвергнут отжигу. Метастабильная структура перешла в перлит с ферритом (рис. 64, *2*). Содержание углерода равно 0,35%.

Новгор. кург.-15. Коса с обломанным лезвием. Длина обломка 260 мм. Вдоль всего обуха клинка идет утолщенное ребро, толщиной 5,6 мм. Толщина лезвия под ребром 3 мм. Образцы взяты у облома лезвия и на черенке. Структурная схема обоих шлифов одинакова,— это цельностальной клинок. Структура лезвия довольно однородная — мартенсит и троостит (рис. 160, *6*). Вдоль клинка идут два сварочных шва — следы сварки стали в сыром виде. Структура шлифа с черенка — перлит с ферритом. На нем также видны сварочные швы.

Топоры

а) Наварка стального лезвия

Новгород-15. Топор средней сохранности с полуразрушенным обухом. Длина топора 180 мм, ширина лезвия 95 мм. Образец взят по продольному сечению через острие. На шлифе обнаружилась структурная схема — наварка лезвия. Основа топора — феррит с мелкими шлаковыми включениями. Сварочный шов не очень чистый. Структура наваренной части — сорбит закалки (рис. 64, *4*).

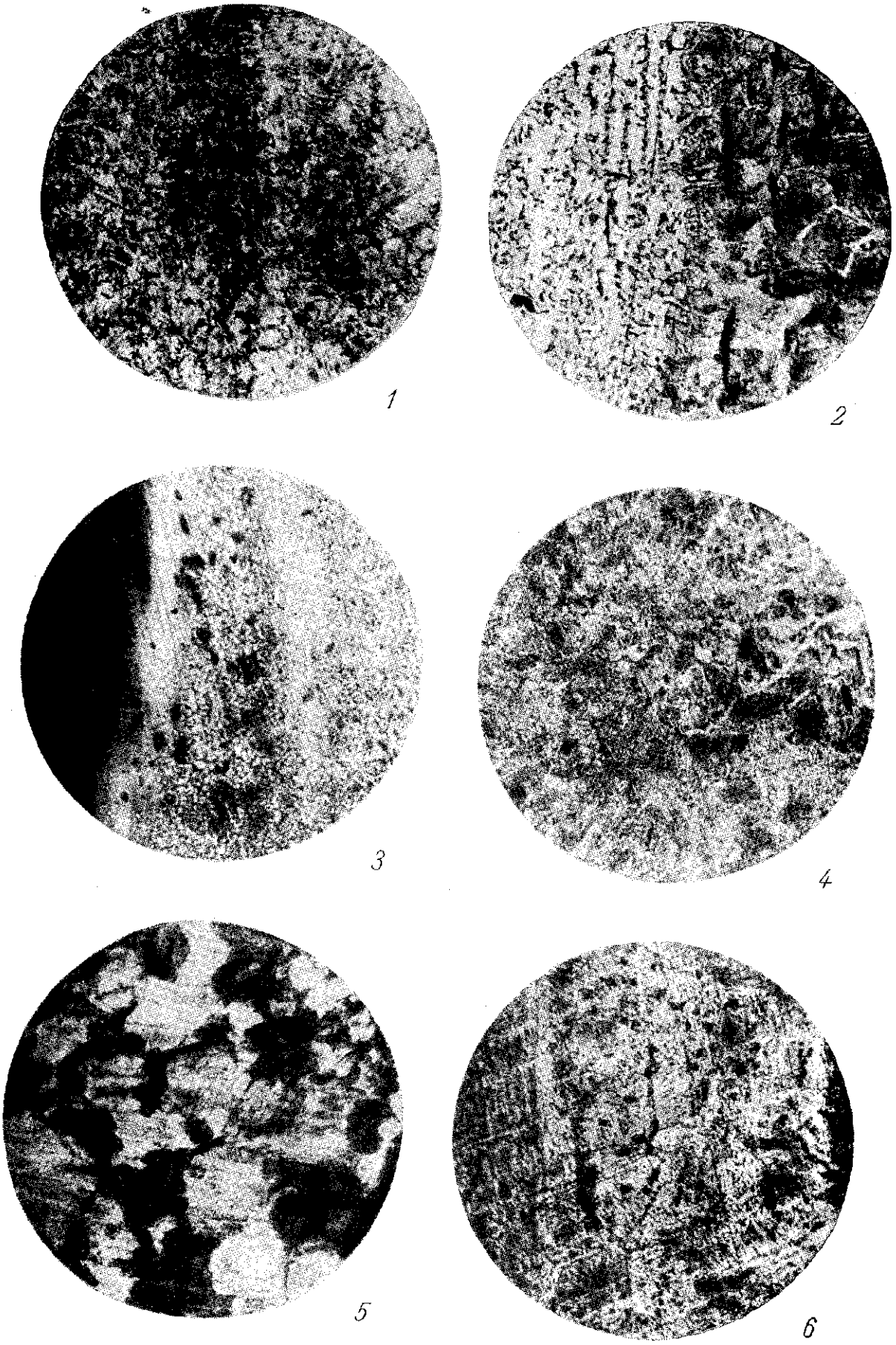


Рис. 160. *Микроструктура кос*

1 — Новгор. кург.-12, мартенсит, ув. 200; *2* — Новгор. кург.-13, сварочный шов, ув. 100; *3* — Княжая-7, сварочный шов, ув. 100; *4* — тот же образец в отожженном состоянии, перлит, ув. 100; *5* — Новгор. кург.-14, мартенсит и троостит, ув. 200; *6* — Новгор. кург.-15, мартенсит и троостит, ув. 200

Новгород-16. Топор с частично обломанным лезвием. Длина лезвия 165 мм. Образец взят на части продольного сечения лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Сварочные швы средней чистоты. Структура наваренной части — сорбит.

Рязань-5. Топор хорошей сохранности. Длина топора 185 мм, ширина лезвия 120 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора: одна половина — феррит с шлаковыми включениями, другая половина — феррит с перлитом разной плотности, ближе к острию перлитные участки переходят в сорбитообразное состояние. Сварочный шов довольно чистый. Структура вваренного лезвия — мартенсит с троститом. На рис. 161, *1* представлены сварочный шов и структуры сваренных металлов. Левая темная половина — мартенсит с троститом.

Новгор. кург.-4. Топор хорошей сохранности. Длина 165 мм. Ширина лезвия 130 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора: одна половина — очень чистый феррит, другая половина — феррит с перлитом. Содержание углерода до 0,1%. Структура наваренного лезвия — сорбит (троостит). На рис. 161, *2* представлен сварочный шов. Светлое поле — ферритная основа. Образец был подвергнут отжигу. Структура сорбита перешла в структуру перлит с ферритом. Содержание углерода 0,25—0,35%.

Новгор. кург.-3. Топор хорошей сохранности. Длина 185 мм, ширина лезвия 102 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — низкоуглеродистая сталь (до 0,1%). Встречаются места с повышенным содержанием углерода. Сварочный шов очень чистый. Структура наваренной части — сорбит.

Новгор. кург.-6. Сохранилось только лезвие топора. Ширина лезвия 110 мм. Образец взят на его продольном сечении. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Сварочный шов грязный. Структура наваренной части — феррит и перлит. Содержание углерода 0,25—0,3%.

Приладожье-6. Топор хорошей сохранности. Длина топора 170 мм, ширина 75 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Сварочный шов чистый. Структура наваренного лезвия — перлит с ферритом (рис. 161, *3*). Содержание углерода около 0,6%.

Приладожье-7. Топор хорошей сохранности. Длина топора 180 мм, ширина лезвия 95 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Структура наваренной части — сорбит с ферритом. Содержание углерода 0,25—0,35%.

Моховской-1. Топор хорошей сохранности. Длина топора 150 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора: одна половина — феррит, другая половина — феррит с перлитом; содержание углерода 0,15%. Микротвердость 203 единицы по Виккерсу. Ближе к сварочному шву структура переходит в сорбит. Микротвердость 239 единиц. Сварочный шов чистый. Структура наваренного лезвия — троостит (сорбит). Микротвердость 492 единицы по Виккерсу.

Гагино-1. Длина топора 160 мм, ширина лезвия 75 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Структура наваренного лезвия в верхней части — сорбит, а ближе к острию — мартенсит с троститом (рис. 161, *5*). Микротвердость структурных составляющих равна: сорбита 211 единиц, троостита 413 единиц и мартенсита 724 единицы.

Стерженское-2. Топор хорошей сохранности. Длина 160 мм, ширина 95 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Сварочный шов чистый. Структура наваренного лезвия — троостит, выше к обуху троостит переходит в сорбит.

Вишенки-2. Обломок лезвия топора. Образец взят на продольном сечении. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит. Сварочный шов очень чистый. Структура наваренного лезвия — мартенсит и троостит. Микротвердость мартенсита 724 единицы по Виккерсу. Образец был подвергнут отжигу. Метастабильная структура наваренного лезвия перешла в перлит с ферритом (рис. 161, *6*), содержание углерода около 0,35—0,4%.

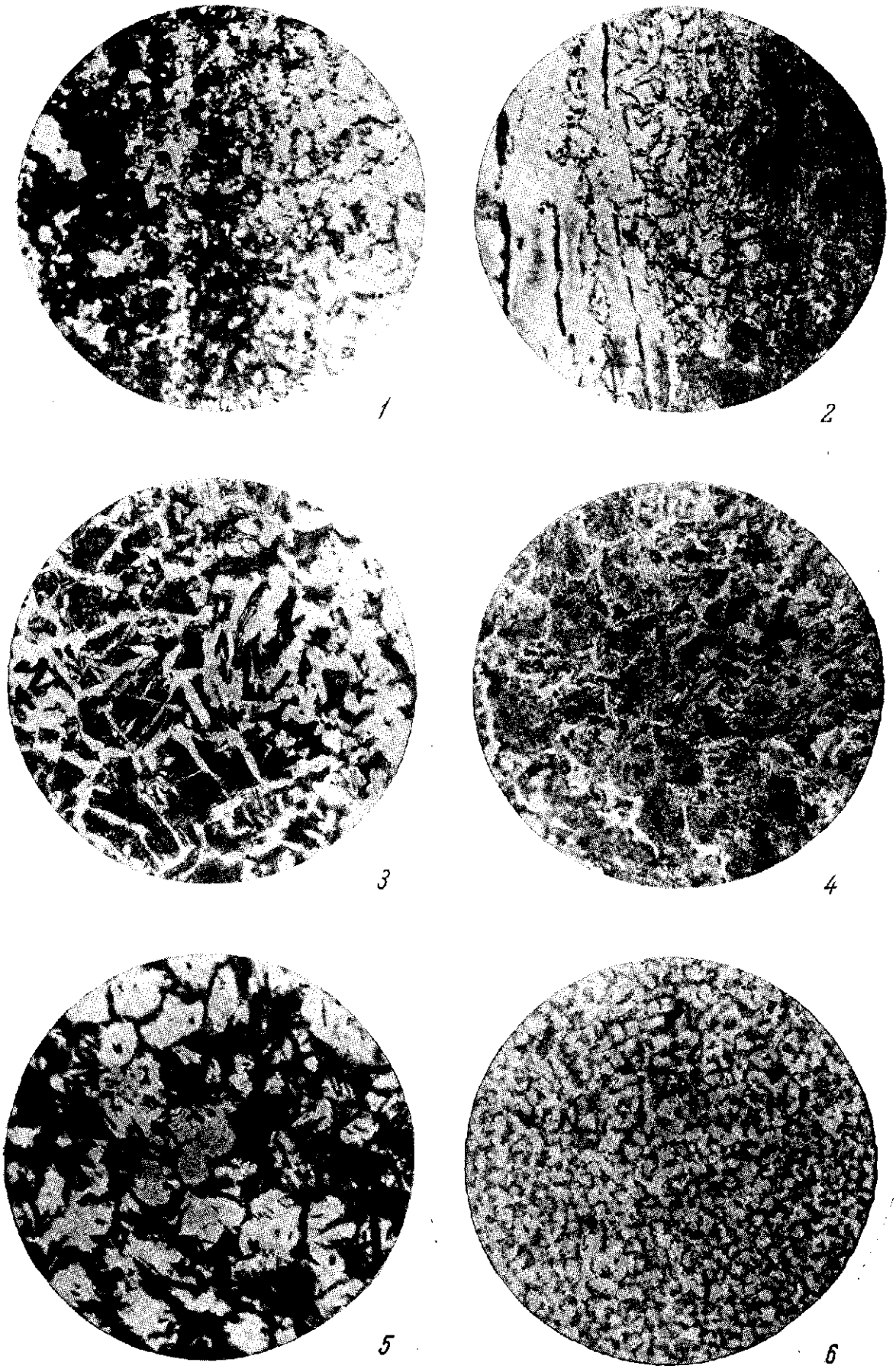


Рис. 161. Микроструктура топоров

1 — Рязань-5, сварочный шов, ув. 100; *2* — Новгор. кург.-4, сварочный шов, ув. 100; *3* — Приладожье-6, перлит и феррит, ув. 100; *4* — Гнездово-5, перлит и феррит, ув. 200; *5* — Гагино-1, мартенсит и троостит, ув. 200; *6* — Вишенки-2, перлит и феррит, ув. 100

Максимовский-2. Топор хорошей сохранности. Длина топора 230 мм, ширина лезвия 66 мм. Образец взят на поперечном сечении лезвия. Структурная схема — наварка. Основа топора — феррит с перлитом. Содержание углерода до 0,1%. Структура наваренного лезвия — сорбит, содержание углерода 0,8%.

Подболотье-2. Топор хорошей сохранности. Длина топора 215 мм, ширина 60 мм. Образец взят на поперечном сечении. Структурная схема — наварка. Сварочные швы четкие и резкие. Основа топора — сорбитообразный перлит с ферритом. Структура наваренной части — сорбит (троостит).

б) Цельностальные лезвия

Новгор. кург.-5. Топор хорошей сохранности, длина 175 мм, ширина лезвия 75 мм. Образец взят на продольном сечении. На шлифе — везде сорбит с ферритом. Содержание углерода в среднем 0,3%.

Приладожье-4. Топор с частично разрушенным обухом. Длина топора 160 мм, ширина лезвия 95 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Шлиф очень неоднородного строения, в основном — феррит с перлитом, встречаются участки чистого феррита. На лезвии — сорбит.

Гнездово-5. Топор средней сохранности с частично обломанным обухом и лезвием. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структура тела топора — феррит с перлитом разной плотности. Содержание углерода от 0,4 до 0,6%. На острие топора — структура сорбита (троостит). Образец был подвергнут отжигу, при этом метастабильная структура перешла в перлит с ферритом (рис. 161, *4*). Содержание углерода 0,75%.

Владимир-8. Топор средней сохранности. Длина топора 145 мм, ширина лезвия 100 мм. Образец взят на продольном сечении. Шлиф неоднородного строения. В основном — феррит с перлитом. Содержание углерода около 0,4%. Встречаются ферритные поля. На острие сорбит.

Княжая-9. Топор хорошей сохранности. Длина 175 мм, ширина лезвия 100 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Шлиф неоднородного строения. На теле — феррит с перлитом разной плотности. На острие — сорбит.

Кривец-2. Топор хорошей сохранности. Длина топора 150 мм, ширина лезвия 85 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Структура цельностальная, неоднородного строения. Тело топора — феррит с перлитом. Содержание углерода около 0,25%. На острие — структура сорбита, местами встречается структурно-свободный цементит.

Борисово-1. Топор средней сохранности. Длина топора 140 мм, ширина лезвия 95 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Тело топора — сорбит с ферритом. Микротвердость — 274 единицы по Виккерсу. На острие структура переходит в троостит. Микротвердость — 599 единиц по Виккерсу.

Долота

а) Долота простые

Новгород-20. Сохранность долота очень хорошая. Длина 210 мм, среднее сечение 16 мм на 8 мм. Ширина лезвия 12,5 мм. Образец взят у самого лезвия. Шлиф сделан продольный. На его клинообразной фигуре сварочный шов разделяет две структурные зоны (рис. 72, *1*). Основная масса — стержень долота — феррит с небольшим количеством шлаковых включений. Другая зона, расположенная вдоль боковых граней, выходит к острию лезвия; это — стальная наварка; ее структура — троостит. На рис. 162, *1* изображена структура наваренной полосы — троостита.

Рязань-6. Сохранность долота средняя. Длина 205 мм, среднее сечение 15×14 мм. Ширина лезвия 13,5 мм. Образец взят у самого лезвия. Шлиф сделан продольный. Структурная схема подобна предыдущей — наварка стального лезвия. Основа долота — феррит с перлитом. Содержание углерода до 0,15%. Структура наварки — перлит с ферритом. Содержание углерода около 0,4%.

Княжая-13. Долото средней сохранности. Длина 267 мм, среднее сечение 12×11 мм. Ширина лезвия 16 мм. Образец взят у лезвия. Шлиф сделан продольный. На всем шлифе неоднородная структура — феррит; встречаются небольшие скопления феррита с перлитом (углерода до 0,2%). Наварка, вероятно, была, но сточилась.

Княжая-10. Долото хорошей сохранности. Длина 165 мм, среднее сечение 10×10 мм.

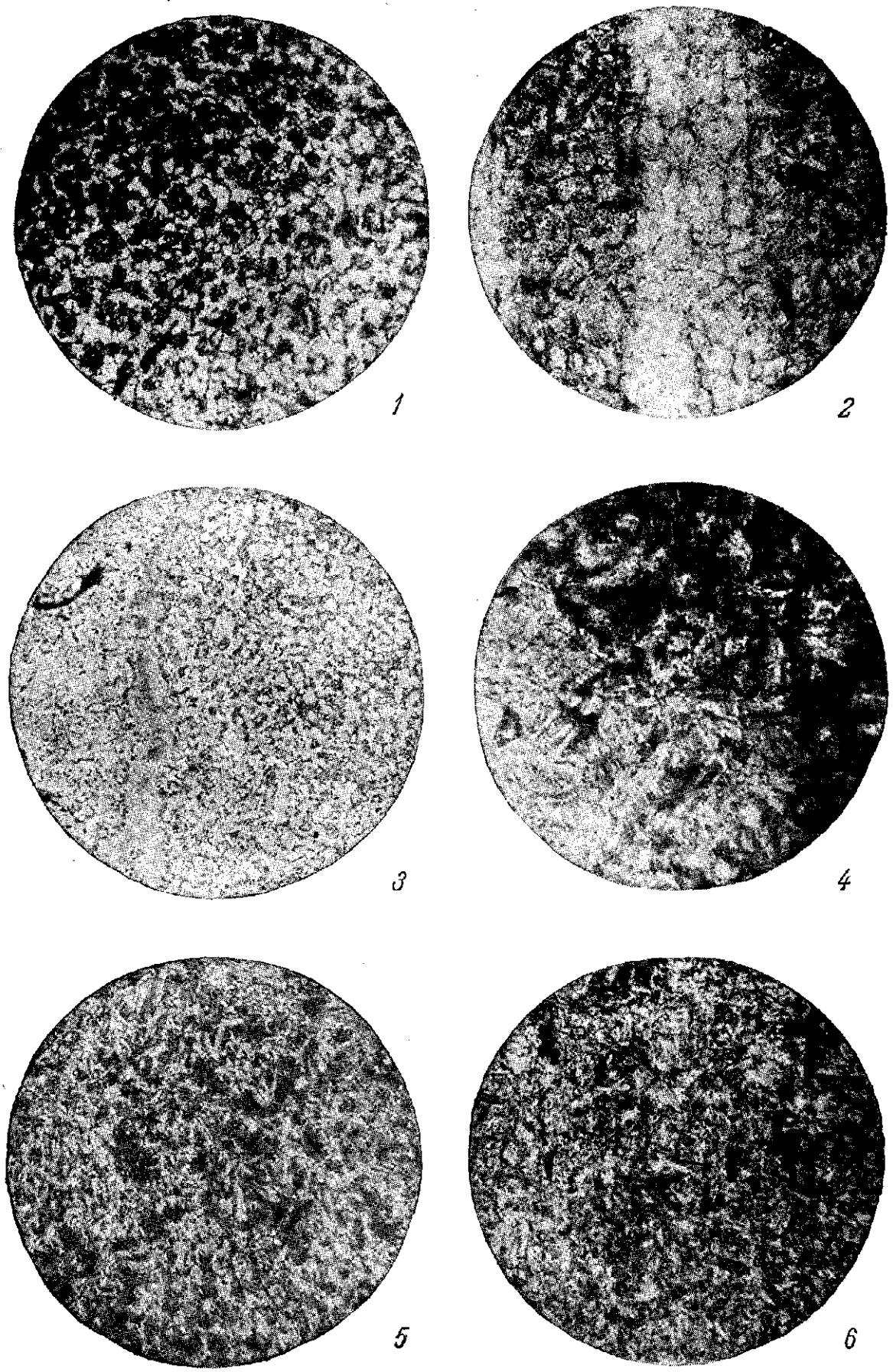


Рис. 162. Микроструктура долот

1 — Новгород-20, зона троостита у сварочного шва, ув. 100; *2* — Княжая-10, мартенсит, ув. 200; *3* — Вшиж-5, сварочный шов, ув. 100; *4* — Райки-5, мартенсит и троостит, ув. 200; *5* — Подболотье-3, мартенсит и троостит; *6* — Максимовский-3, мартенсит, ув. 200

Ширина лезвия 13 мм. Образец взят с острия, длиной 45 мм. Шлиф сделан продольный. Структурная схема — наварка. Основа долота — феррит. Материал наварки — сталь полосчатого строения, в метастабильном состоянии. Структура — мартенсит очень высокой твердости (рис. 162, *2*). Микротвердость мартенсита 846 единиц по Виккерсу.

Кушманское-1. Долото хорошей сохранности. Длина 215 мм, среднее сечение 13×12 мм. Ширина лезвия 14 мм. Образец взят с острия лезвия. Шлиф сделан продольный и поперечный. Структурная схема на обоих шлифах двухзонная, разделенная сварочным швом[1]. На продольном шлифе одна зона — феррит, другая зона — сталь, сваренная из двух полос. Структура одной полосы — мартенсит, микротвердость 707 единиц, другой — мартенсит с троостотом, микротвердость 464 единицы по Виккерсу. На рис. 64, *5* изображен шов между полосами в зоне стали. На рис. 150, *2* представлена при большом увеличении структура мартенсита с троостотом. На поперечном шлифе — та же картина: зона феррита и зона закаленной стали. Полоса мартенсита с троостотом перешла в мартенситное строение.

Вщиж-5. Долото средней сохранности. Длина 200 мм, среднее сечение 16×8 мм. Ширина лезвия 9 мм. Образец взят с лезвия. Шлиф сделан продольный. Структурная схема — наварка. Структура основы долота — феррит с небольшой диффузией сорбитообразного перлита у сварочного шва. Сварочный шов чистый. Структура наварки — сорбит. Содержание углерода 0,5%. На рис. 162, *3* изображен сварочный шов.

Райки-5. Долото средней сохранности. Длина 210 мм, среднее сечение 15×13 мм. Ширина лезвия 16 мм. Образец взят с лезвия. Шлиф сделан продольный. Структурная схема — наварка. Основа долота — феррит. Микротвердость — 131 единица. Наваренная зона у самого лезвия имеет структуру мартенсита и троостита, переходящего выше в сорбит (рис. 162, *4*). Микротвердость сорбита равна 251 единице по Виккерсу.

[1] Не употребляю термин «наварка» умышленно, так как зона стали, занимая большую площадь, выходит за пределы шлифа и где кончается — неизвестно.

б) Долота втульчатые

Подболотье-3. Долото хорошей сохранности. Длина 220 мм. Ширина лезвия 23 мм. Диаметр втулки 43 мм, длина втулки 75 мм. Образец взят с лезвия. Шлиф сделан на поперечном сечении. Структура всего шлифа: сталь неоднородного строения, термически обработанная. В одном месте имеется поле чистого феррита (микротвердость 174 единицы). Остальная часть шлифа имела структуру мартенсита и троостита. Микротвердость мартенсита 627 единиц. На рис. 162, *5* представлена структура мартенсита с троостотом.

Подболотье-4. Длина 238 мм. Ширина лезвия 25 мм. Диаметр втулки 43 мм, длина втулки 95 мм. Образец взят с лезвия. Шлиф сделан на поперечном сечении. Структура всего шлифа — сталь однородного строения. В середине образца — структура перлит. Содержание углерода 0,8%. У самого края перлит плавно переходит в сорбит.

Терюшово-1. Долото хорошей сохранности с прямоугольной втулкой. Длина 240 мм. Ширина лезвия 32 мм. Сечение втулки 46 мм на 42 мм. Длина втулки 150 мм. Образец взят с лезвия. Шлиф сделан на продольном и поперечном сечении. На продольном шлифе обнаружена схема наварки лезвия. Основа долота железная, была сварена из двух полос. Структура одной — феррит, другой — феррит с перлитом (углерода до 0,1%). Сварочный шов идет четко вдоль середины лезвия. Структура наваренного клинка — мартенсит с троостотом (рис. 64, *6*). Сварочный шов очень чистый. На поперечном шлифе также обнаружились две зоны — полосы. Одна полоса — феррит, другая — феррит с перлитом.

Максимовский-3. Долото хорошей сохранности. Длина 230 мм. Ширина лезвия 24 мм. Диаметр втулки 40 мм, длина втулки 90 мм. Образец взят с острия. Шлиф сделан на продольном сечении. Структура всего шлифа — мартенсит (рис. 162, *6*).

Лядинский-1. Долото хорошей сохранности. Длина 260 мм, ширина лезвия 27 мм. Диаметр втулки 46 мм, длина втулки 95 мм. Образец взят с лезвия. Шлиф сделан продольный. Лезвие цельностальное. Структура у острия — сорбит, выше — сорбитообразный перлит, переходящий в перлит. Содер-

жание углерода 0,8%. С одной стороны, почти у самого обреза шлифа, содержание углерода понижается до 0,5%.

Скобели

Новгород-21. Скобель с обломанным черенком и частью лезвия. Сохранность металла хорошая. Ширина лезвия 35 мм, толщина спинки 2 мм. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка стального лезвия (рис. 79). Основа клинка — феррит. Сварочный шов четкий и ровный. Структура наварки — сорбит.

Новгород-22. Скобель с обломанным черенком и большей частью лезвия. Сохранность металла хорошая. Ширина лезвия 34 мм, толщина спинки 3 мм. Образец взят у обломанной части. Структурная схема — наварка. Основа клинка — неоднородный феррит, попадаются участки сорбита с ферритом. Сварочный шов четкий. Структура наваренной части — сорбит.

Княжая-15. Скобель с обломанным черенком и половиной лезвия. Ширина лезвия 32 мм. Толщина спинки 3 мм. Образец взят у обломанного конца. Структура на всем образце — феррит.

Райки-6. Лезвие с прямым клинком, обычного размера, с обломанным черенком. Ширина лезвия 29 мм, толщина спинки 3,1 мм. Образец взят у обломанного конца. Структурная схема — наварка. Основа клинка — феррит. Структура наваренной части — сорбит с ферритом. Содержание углерода до 0,35% (рис. 163, *1*). Микротвердость наваренной части в середине лезвия равна 217 единицам по Виккерсу.

Лезвия струга (рубанка)

Глазов-5. Лезвие с прямым клинком, целое, средней сохранности. Длина лезвия очень маленькая, равна 85 мм. Ширина лезвия 28,5 мм и толщина спинки 3 мм. Образец взят с конца черенка. Шлиф обнаружил двухзонное строение. Большая часть шлифа имела ферритную структуру, а часть, идущая вдоль длинной стороны, отделенная сварочным швом, имела структуру перлита с ферритом. Содержание углерода до 0,3%. Подобное строение черенка позволяет говорить о наварке стали и на лезвие данного инструмента.

Токарные резцы

Новгор. кург.-18. Стамеска с косым лезвием. Общая длина 195 мм, ширина лезвия 15 мм. Образцы взяты на лезвии, отступя от острия 20 мм, и на черенке, отступя от конца 30 мм. На лезвии обнаружилась структурная схема сварки железа со сталью. По середине шлифа проходит сварочный шов. Одна половина — феррит, другая половина — сорбит. Содержание углерода около 0,4%. Шлиф на черенке дал сплошь ферритную структуру.

Вщиж-4. Стамеска плохой сохранности, с сильно разрушенным лезвием. Сохранившаяся длина 125 мм, ширина лезвия 11 мм. Образец взят на стержне, отступя от острия 45 мм. Шлиф обнаружил однородное ферритное строение с большим количеством шлаковых включений.

Рязань-8. Резец хорошей сохранности, с частично обломанным черенком. Лезвие длиной 55 мм, с загнутым на конце языком. Ширина лезвия в середине 18 мм. Толщина спинки 4,5 мм. Образцы взяты с конца лезвия и у облома черенка. Шлиф на лезвии обнаружил структурную схему наварки. Основа клинка — феррит с небольшим количеством шлаковых включений. Сварочный шов очень чистый. Структура наваренного лезвия мартенсит с трооститом (рис. 86, *4*). Шлиф на черенке дал сплошь ферритное строение.

Княжая-14. Резец хорошей сохранности. Общая длина 125 мм, ширина лезвия 16 мм, толщина лезвия 2,5 мм. Образец взят в середине лезвия. Структурная схема — цементация. По всей поверхности лезвия проходит равномерно науглероженный слой глубиной около 0,6 мм. Структура цементованного слоя — сорбит. Содержание углерода у поверхности около 0,5%. В середине лезвия — феррит.

Глазов-6. Резец хорошей сохранности. Общая длина 130 мм, ширина лезвия 24 мм, толщина 2,7 мм. Образец взят в середине лезвия. Структурная схема — сварка двух стальных и трех железных полос. По длине клинка лезвия сварочные швы очень чистые. Структура железных полос — феррит со следами сорбита, стальных полос — мартенсит (рис. 163, *4*). Встречаются участки троостита.

Райки-7. Резец плохой сохранности. Общая длина 125 мм. Образец взят на лезвии

при переходе в черенок. Обнаруженная структура — однообразное ферритное строение.

Мечи

Гнездово-11. Раскопки С. И. Сергеева, 1899 г., курган № 55 (5). Сохранилась нижняя часть полотна клинка, длиной 32 см. Наибольшая ширина 41 мм, толщина 3,5 мм. На обеих сторонах клинка дол. Вся поверхность клинка покрыта окалиной. Покрыт окалиной и излом; следовательно, меч был сломан до трупосожжения. Образец для анализа был взят с широкого конца. Шлиф сделан на поперечном сечении клинка. Обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *1*. На железную основу клинка были наварены два стальные лезвия. Структура основы клинка — феррит, наваренных лезвий — сорбит (рис. 164, *1*). Микротвердость сорбита по Виккерсу равна 224 единицам.

Гнездово-12. Раскопки С. И. Сергеева, курган № 88 (28). Меч при вскрытии кургана распался на 7 кусков. На исследование взят конец клинка. Длина обломка 18 см, ширина 36 мм и толщина 3,2 мм. Обломок сильно коррозирован. Шлиф сделан на поперечном сечении. Обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *2*. Основа меча состояла из трех полос. Их структура — феррит и перлит. Содержание углерода в средней полосе около 0,2%, в крайних полосах, особенно ближе к поверхности, доходит до 0,5%. Структура наваренного лезвия — перлит и цементит (рис. 164, *2*) [1]. Содержание углерода около 1,2%. Твердость стальной наварки у лезвия 340 единиц по Виккерсу. Клинок меча после наварки стальных лезвий был подвергнут дополнительной цементации. Образец находился в отожженном состоянии.

Гнездово-13. Номер кургана неизвестен. Сохранился клинок меча без рукоятки и конца. Длина обломка 60 см, ширина 54 мм, толщина 4,6 мм. Обломок коррозирован, следов окалины нет. Образец был взят с широкого конца. Шлиф был сделан на поперечном сечении полотна. Обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *3*. Структура основы клинка — феррит, иногда встречаются небольшие участки сорбита. Структура наваренных лезвий — мартенсит отпуска, ближе к сварочному шву — троостит. Микротвердость мартенсита 612 единиц по Виккерсу. Образец нами был подвергнут отжигу. Структура наваренного лезвия перешла в перлит. Содержание углерода 0,85%.

Гнездово-14. Раскопки С. И. Сергеева, 1899 г., курган № 97. Сохранилась рукоятка с коротким обломком клинка. Длина обломка клинка 23 см. Конец у облома коррозирован и сильно разрушен. Образец был взят у облома. Обнаружилась однородная ферритная структура. Это явление можно объяснить только большой разрушенностью клинка у места взятия образца, в силу чего наварные стальные лезвия не обнаружены.

Гнездово-15. Раскопки С. И. Сергеева, 1899 г., курган № 97. Сохранилась рукоятка меча с коротким обломком клинка. Длина обломка 16,5 см, ширина 55 мм. Образец был взят у облома клинка. Шлиф сделан на поперечном сечении полотна. Обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *5*. Основа клинка была сварена из трех полос, их структура — в основном феррит. Но крайние полосы в свою очередь имели зоны сорбита и феррита, отделенные от чистых ферритных зон сварочными швами. Следовательно, крайние полосы были сварены в свою очередь из железных и малоуглеродистых, возможно переплетающихся полос, после чего были уже приварены к основной железной полосе. Перед нами узорчатая сварка. Структура наваренных лезвий — мартенсит (троостит) очень тонкого строения (рис. 164, *3*).

Михайловское-3. Раскопки И. А. Тихомирова, 1897 г., курган № 18. Сохранилась большая часть клинка с перекрестьем. Конец и рукоятка обломаны. Меч находился в согнутом виде. Длина клинка 55 см, ширина 60 мм, толщина 4,2 мм. Образцы для анализа были взяты с обломанного конца клинка и перекрестья. Шлифы делались на поперечном сечении. На образце от клинка обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *6*. Основа клинка — феррит, наваренных лезвий — троостит (сорбит) — рис. 107, *1*. Шлиф на перекрестье обнаружил ферритное строение. Посередине шлифа проходил сварочный шов.

---

[1] Образец травился щелочным раствором пикрата натрия.

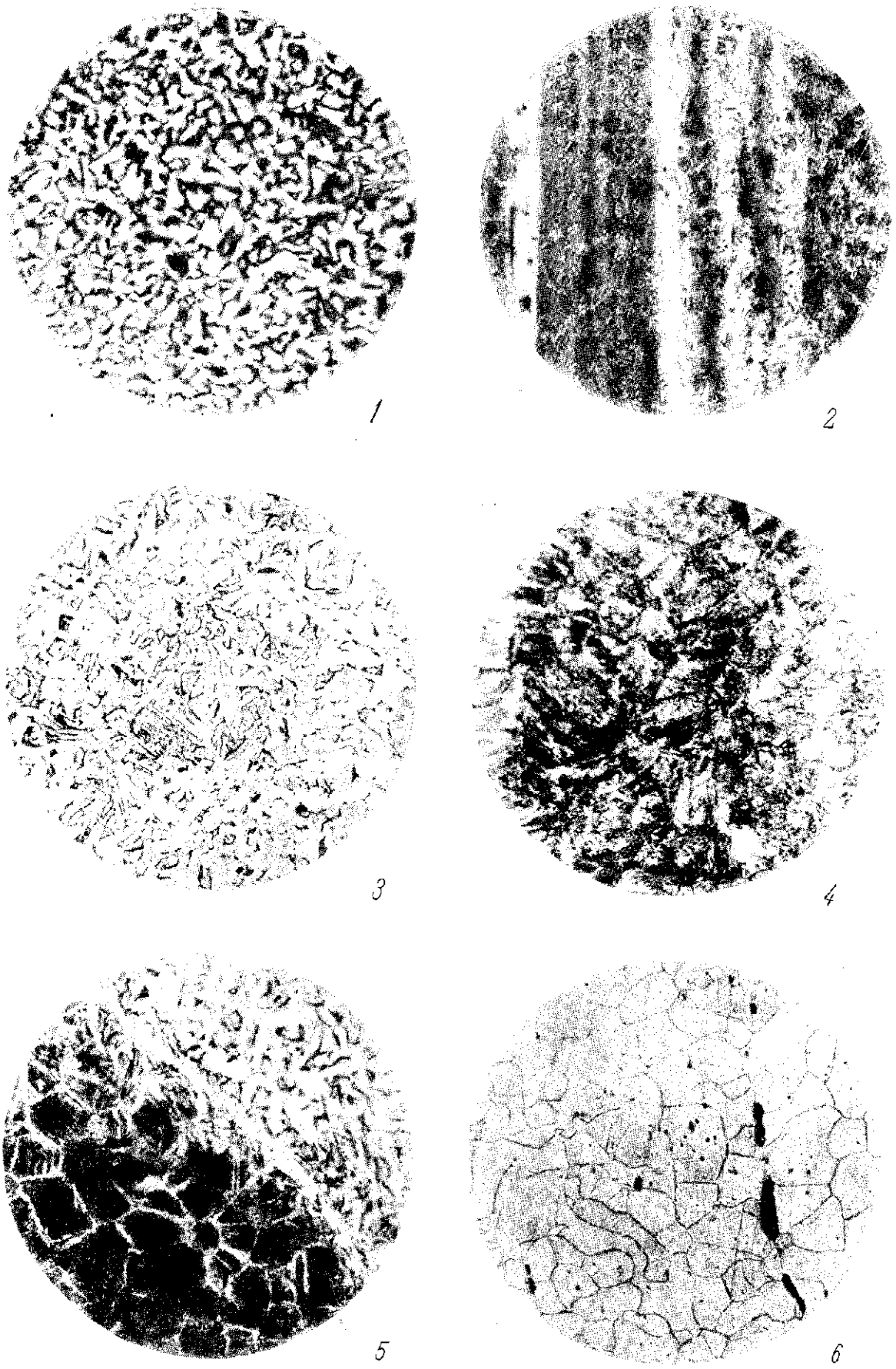


Рис. 163. Микроструктуры

1 — скобель, Райки-6, сорбит с ферритом, ув. 100; *2* — пила, Княжая-21, сорбит с ферритом, полосчатая структура, ув. 100; *3* — пила, Рязань-7, перлит и феррит, ув. 100; *4* — резец, Глазов-6, мартенсит, ув. 200; *5* — кожевенный струг, Княжая-16, сварочный шов, ув. 100; *6* — кочедык, Глазов-7, феррит, ув. 100

Михайловское-4. Раскопки В. А. Городцова. Номер кургана неизвестен. Сохранилась нижняя часть полотна клинка длиной 35 см, шириной 47 мм, толщиной 3,5 мм. Образец был взят у широкого облома. Шлиф обнаружил типичную структуру цементации поверхности изделия. В середине клинка шла ферритная зона. Вдоль всей поверхности шла зона цементации. Ее структура перлит, иногда переходящий в сорбит. Содержание углерода у поверхности доходит до 0,85% (рис. 164, *4*). Микротвердость перлита 287 единиц.

Михайловское-5. Раскопки И. А. Тихомирова, 1897 г., курган № 34. Сохранилась нижняя часть клинка длиной 32 см, шириной 44 мм и толщиной 2,9 мм. Образец взят у обломанного конца. Шлиф сделан на поперечном сечении. Обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *8*. Основа клинка состояла из трех сваренных полос. В середине шла железная, по краям стальные полосы. Крайние полосы в свою очередь состояли из нескольких сваренных полосок. Перед нами технология, подобная технологии меча Гнездово-15, т. е. узорчатая сварка. Структура соответственно была феррит и феррит с перлитом. Структура наваренных лезвий — перлит с цементитом (рис. 107, *2*). Содержание углерода до 1,1%. Клинок меча после наварки стальных лезвий был подвергнут дополнительной цементации. Образец находился в отожженном состоянии.

Михайловское-6. Раскопки В. А. Городцова, номер кургана неизвестен. Сохранилась рукоятка с большей частью клинка. Длина клинка 43 см, ширина 56 мм, толщина 4,2 мм. Образец был взят у обломанного конца клинка. Шлиф сделан на поперечном сечении. Обнаружилась структурная схема, похожая на схему меча Михайловское-5. Правда, сварочных швов между основой и наваркой заметно не было, но нужно заметить, что образец имел значительно обезуглероженную поверхность. Шов между железной сердцевиной и боковыми стальными полосами был очень резкий, следовательно цементации быть не может. Структура сердцевины — феррит, структура у острия — зернистый сорбит (рис. 164, *5*).

Приладожье-11. Раскопки Н. Е. Бранденбурга в Тихвинском уезде у с. Вахрушево, курган № 116. Меч хорошей сохранности, с обломанным концом. Длина клинка 52 см, ширина 54 мм, толщина 4,1 мм. Образец взят у обломанного конца клинка. На шлифе обнаружилась структурная схема, изображенная на рис. 106, *12*. Основа была сварена из трех полос малоуглеродистой стали. Ее структура — феррит и сорбит. Структура наваренных лезвий — троостит (сорбит) — рис. 164, *6*. Микротвердость 397 единиц.

Приладожье-10. Сохранился обломок рукоятки и клинка с перекрестьем. Длина обломка клинка равна 17 см, ширина 48 мм, толщина 4,2 мм. Образец взят у обломанного конца клинка. Шлиф обнаружил структурную схему наварки. Основа клинка — малоуглеродистая сталь, структура — сорбит. Структура наваренных лезвий — троостит. Микротвердость 405 единиц по Виккерсу.

Вщиж-6. Раскопки Б. А. Рыбакова. Сохранилась нижняя часть полотна клинка длиной 40 см, шириной 40 мм и толщиной 3,3 мм. Образец взят у облома. Шлиф обнаружил структурную схему наварки. Основа клинка была сварена из трех полос: одной железной и двух стальных. Структуры соответственно были феррит и феррит с сорбитом. Структура наваренных лезвий — сорбит (троостит). Образец нами был подвергнут отжигу. Структура на лезвии — перлит. Содержание углерода 0,85%.

Копья

а) Многослойная сварка

Владимир-14. Копье средней сохранности. Общая длина 163 см. Длина лезвия 100 мм. Сечение овальное. Ширина 42 мм, толщина 10 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил сварку лезвия из трех полос. В середине шла стальная полоса, по бокам были приварены железные полосы. Структура стальной вваренной полосы — перлит (сорбит) с ферритом (рис. 165, *1*). Содержание углерода около 0,5%.

Бисерово-1. Копье плохой сохранности. Общая длина 185 мм, длина лезвия 90 мм. Сечение ромбовидное, 18 × 10 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил структуру, подобную предыдущей. Посередине лезвия проходит стальная полоса. Ее

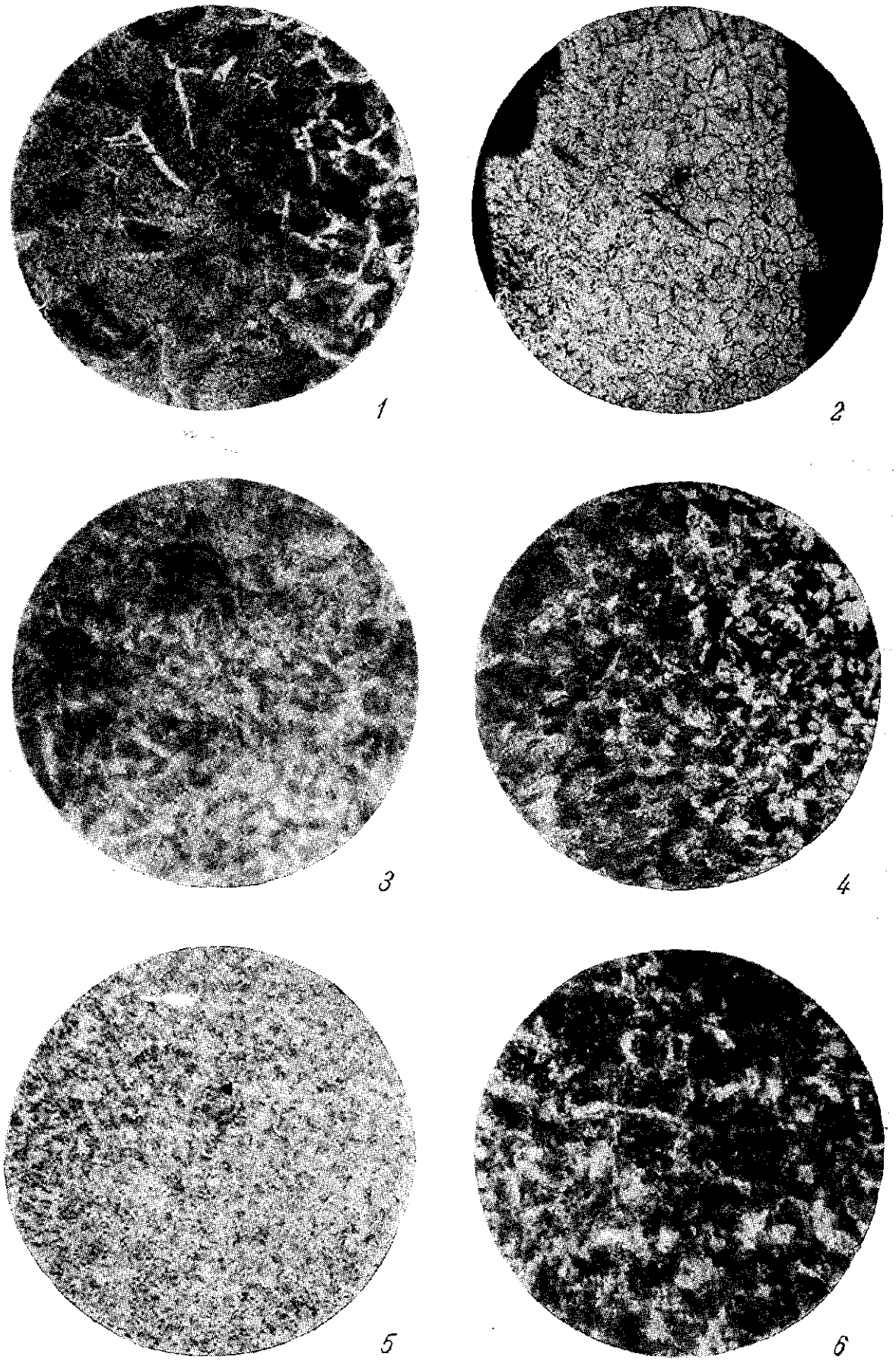


Рис. 164. Микроструктура мечей

1 — Гнездово-11, сорбит, ув. 100; *2* — Гнездово-12, перлит и цементит (травление пикратом натрия), ув. 100; *3* — Гнездово-15, мартенсит, ув. 200; *4* — Михайловское-4, цементация, перлит, ув. 100; *5* — Михайловское-6, зернистый сорбит, ув. 200; *6* — Приладожье-11, троостит и сорбит, ув. 100

структура — троостит и феррит. Ближе к центру — сорбит. Микротвердость сорбита 270 единиц по Виккерсу. Боковые полосы — феррит.

Стерженское-1. Копье с обломанной втулкой и концом лезвия. Длина сохранившегося куска 110 мм. Сечение лезвия овальное. Ширина 34 мм, толщина 5,5 мм. Образцы взяты с обеих обломанных сторон. Структура шлифа у втулки — целиком феррит. Твердость по Виккерсу 144 единицы. Шлиф на образце от лезвия обнаружил сварное строение из трех полос. Посередине шла стальная полоса, ее структура — перлит с ферритом. По бокам расположены ферритные полосы.

Лядинский-3. Копье средней сохранности. Общая длина 220 мм, длина лезвия 110 мм. Сечение овальное, ширина 35 мм, толщина 10 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил сварное лезвие из трех полос. В середине шла стальная полоса, по бокам — железные. Структура стальной вваренной полосы — сорбит (перлит). Содержание углерода колеблется от 0,6 до 0,8%. Сварочные швы чистые.

б) Наварка стальных лезвий

Новгор. кург.-21. Копье средней сохранности с обломанной втулкой. Длина лезвия копья 190 мм. Сечение ромбовидное, 28 × × 10 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил наварку на две режущие грани стальных полосок. Структура основы клинка — феррит, наваренных лезвий — троостит. Сварочный шов средней чистоты.

Приладожье-12. Копье средней сохранности. Общая длина копья 390 мм. Длина лезвия 275 мм. Сечение овальное, ширина 46 мм, толщина 6 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил наварку стальной полосы на режущие грани лезвия. Структура наваренной полосы перлит (сорбит) с ферритом (рис. 107, *4*). Содержание углерода около 0,6%. Структура основы — феррит.

Гнездово-16. Копье с обломанной втулкой и частью лезвия. Длина сохранившейся части 155 мм. Сечение лезвия овальное. Ширина 23 мм, толщина 5,5 мм. На одной стороне лезвия — хорошо заметный дол. Образец взят у облома в широкой части. Шлиф обнаружил наварку стальных лезвий. Основа клинка — феррит. Твердость по Виккерсу 152 единицы. Сварочный шов очень чистый. Структура наварки — мартенсит. Микротвердость по Виккерсу 585 единиц.

Терюшово-2. Копье хорошей сохранности. Общая длина 305 мм, длина лезвия 195 мм. Сечение овальное. Ширина лезвия 44 мм, толщина 10 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил наварку стального лезвия. Основа копья — феррит. Твердость 150 единиц по Виккерсу. Структура наварки — троостит (сорбит). На рис. 107, *3* изображен шов между железной основой и стальной наваркой.

Глазов-11. Копье средней сохранности. Общая длина копья 195 мм, длина лезвия 80 мм. Сечение овальное; ширина лезвия 27 мм, толщина 7,6 мм. Образец взят на конце лезвия. Структурная схема — наварка стальных лезвий. Основа клинка — феррит с сорбитом. Микротвердость 175 единиц по Виккерсу. Структура наваренной части — мартенсит (рис. 165, *2*). Микротвердость 781 единица по Виккерсу.

в) Цельностальные лезвия

Новгор. кург.-22. Копье средней сохранности, с частично обломанной втулкой. Общая длина 360 мм. Длина лезвия 265 мм. Сечение ромбовидное, 26 × 13,5 мм. Образец взят на лезвии отступя от конца 70 мм. Структура неоднородная. Основная масса — сорбит с ферритом, но встречаются участки чистого феррита с плавными переходами.

Новгор. кург.-23. Копье хорошей сохранности, с частично обломанным лезвием. Общая длина 255 мм. Длина втулки 125 мм. Сечение ромбовидное, 30 × 10 мм. Образец взят на лезвии у обломанного конца. Структура шлифа неоднородная. Основная масса — перлит с ферритом. Вдоль одной грани идет ферритное поле. Переход плавный.

Приладожье-13. Сохранность копья хорошая. Общая длина 325 мм, длина лезвия 215 мм. Сечение овальное. Ширина 40 мм, толщина 9,5 мм. Образец взят на конце лезвия и на конце втулки. Структура шлифа лезвия неоднородная. Основная масса — сорбит с ферритом (рис. 165, *3*). Содержание углерода доходит до 0,8%. Около одной трети площади занято ферритными полями. Переход плавный. Строение металла на

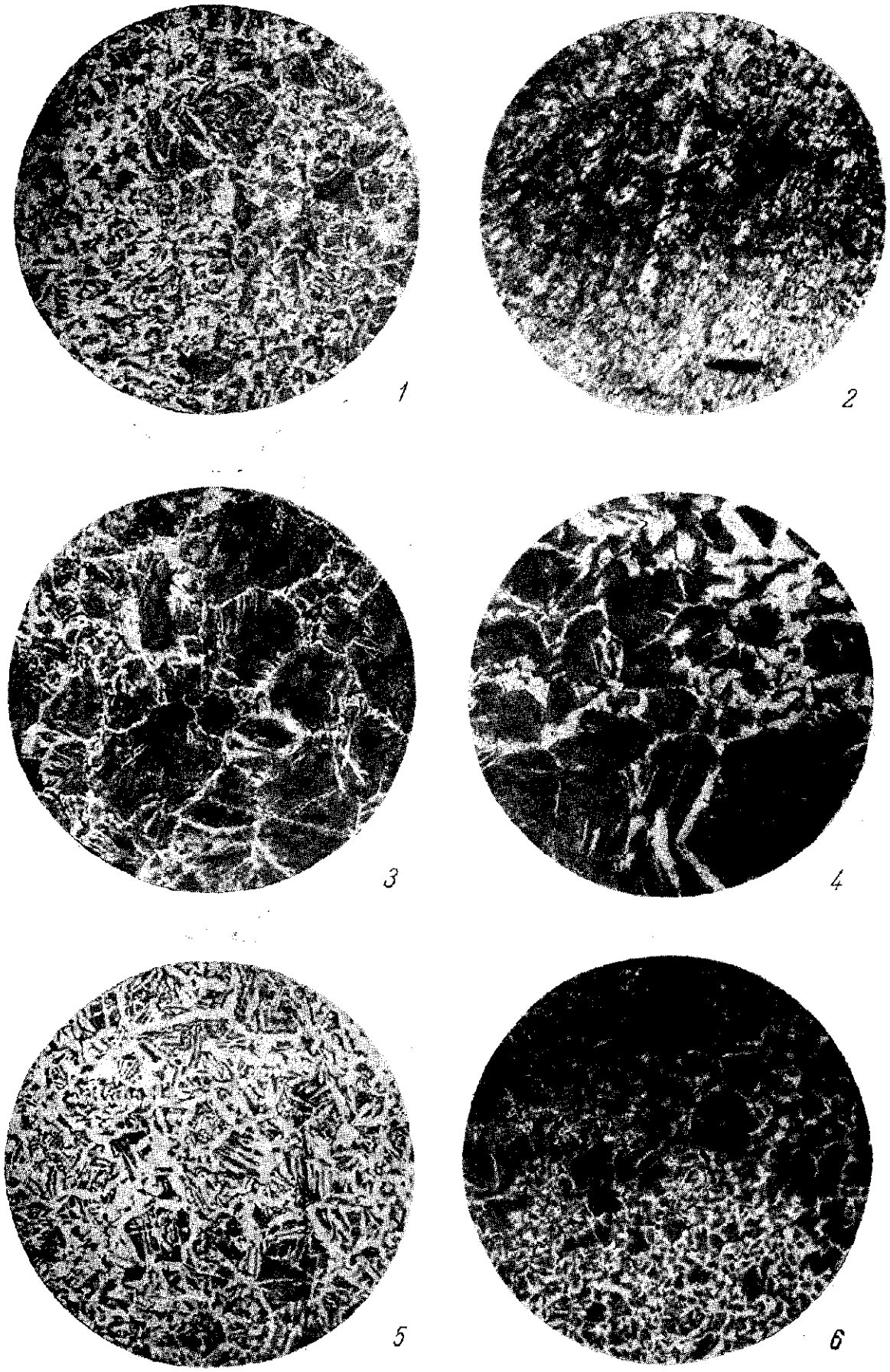


Рис. 165. Микроструктура наконечников копий

1 — Владимир-14, перлит и феррит, ув. 100; *2* — Глазов-11, мартенсит, ув. 200; *3* — Приладожье-13, сорбит с ферритом, ув. 100; *4* — Приладожье-17, перлит (сорбит) и феррит, ув. 100; *5* — Владимир-16, перлит с ферритом, ув. 100; *6* — Княжая-28, перлит с ферритом, ув. 100

втулке более однородно. Структура такая же.

Приладожье-16. Сохранность копья хорошая. Общая длина 210 мм, длина лезвия 130 мм. Сечение ромбовидное, 17×6,5 мм. Образец взят на конце лезвия. Структура шлифа неоднородная. Большая часть площади — сорбит с ферритом, остальная — феррит.

Владимир-16. Копье хорошей сохранности. Общая длина 275 мм, длина втулки 175 мм. Сечение овальное. Ширина 20 мм, толщина 8 мм. Образцы взяты на конце лезвия и на конце втулки. Структура на обоих шлифах однородная — перлит с ферритом (рис. 165, *5*). Содержание углерода около 0,35%.

Михайловское-7. Копье средней сохранности. Общая длина 280 мм, длина лезвия 180 мм. Сечение ромбовидное, 28×11,5 мм. Образец взят на конце лезвия. Структура однородная — перлит с ферритом. Содержание углерода около 0,25%. Посередине шлифа проходит ферритная полоса — следы сварки металла в полуфабрикате.

Княжая-28. Копье хорошей сохранности с частично обломанной втулкой. Длина лезвия 160 мм. Сечение ромбовидное, 13×9 мм. Образец взят в середине лезвия. Структура неоднородная. Большая часть, расположенная в середине шлифа, имеет структуру перлита с ферритом (рис. 165, *6*). У поверхности расположены ферритные участки.

Подболотье-5. Копье плохой сохранности. Общая длина 340 мм, длина лезвия 190 мм. Сечение овальное, ширина 30 мм, толщина 12 мм. Образец взят на конце лезвия. Структура шлифа однородная, зернистый цементит. Твердость по Виккерсу равна 206 единицам.

Подболотье-6. Копье хорошей сохранности. Общая длина 210 мм, длина лезвия 125 мм. Сечение овальное. Ширина лезвия 44 мм, толщина 9,3 мм. Образец взят на конце лезвия. Структура однородная — феррит с перлитом. Содержание углерода около 0,25%.

Заславль-1. Копье хорошей сохранности. Общая длина 220 мм, длина лезвия 110 мм. Сечение овальное. Ширина лезвия 20 мм, толщина 7,5 мм. Образец взят на лезвии, отступя от конца 40 мм. Строение металла неоднородное. В середине шлифа — перлит (сорбит) с ферритом. Содержание углерода около 0,25%. Ближе к обеим режущим граням содержание углерода повышается до 0,8%. Твердость середины равна 143 единицам по Виккерсу, а у режущих граней — 220 единицам.

Лядинский-2. Копье хорошей сохранности. Общая длина 230 мм, длина лезвия 140 мм. Сечение овальное. Ширина лезвия 30 мм, толщина 8 мм. Образец взят с конца лезвия. Структура однородная, сорбит (троостит).

г) Цементация лезвия

Приладожье-17. Копье хорошей сохранности. Общая длина копья 475 мм, длина лезвия 370 мм. Сечение лезвия овальное. Ширина лезвия 30 мм, толщина 6 мм. Образец взят на конце лезвия. Шлиф обнаружил типичную технологию цементации. Вдоль всей поверхности лезвия на глубину 1 мм шел слой сорбита и феррита, постепенно переходя в чистый феррит сердцевины. У поверхности лезвия содержание углерода достигало 0,7% (рис. 165, *4*). Твердость железной основы лезвия по Бринеллю равна 120 единицам.

Максимовский-4. Копье средней сохранности. Общая длина 270 мм, длина лезвия 175 мм. Сечение лезвия ромбовидное. Размер 28×7,8 мм. Образец взят на конце лезвия. Структурная схема аналогична предыдущей. Цементированный слой здесь меньше, так как лезвие сильно сточено. В одном месте цементация сточена совсем. Структура цементированного слоя перлит. Содержание углерода у поверхности достигает 0,8%. Основа копья — феррит, твердость по Виккерсу равна 140 единицам.

Боевые топорики

Владимир-17. Топорик с удлиненным лезвием, хорошей сохранности. Длина топорика 185 мм, ширина лезвия 45 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Шлиф обнаружил наварку стального лезвия. Вдоль основы топора идет сварочный шов. Одна половина — феррит, другая половина — феррит с перлитом (малоуглеродистая сталь). Структура наваренного лезвия — мелкозернистый перлит и феррит.

Глазов-13. Топорик с обломанным обухом. Ширина лезвия 88 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Обнаружена наварка стального лезвия. Сварочный шов

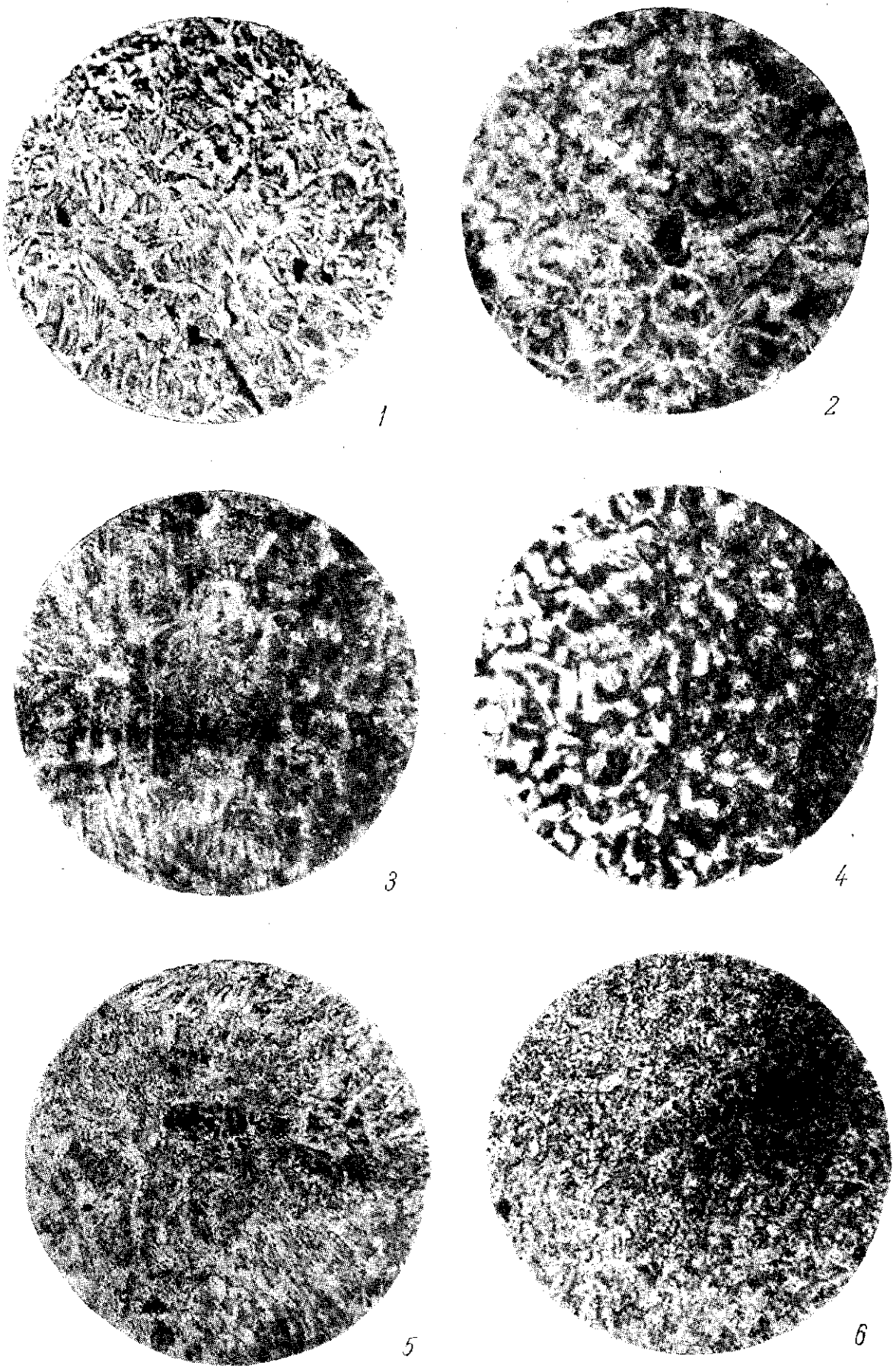


Рис. 166. Микроструктура наконечников стрел и боевых топориков

1 — стрела, Княжая-26, сорбит с ферритом, ув. 100; *2* — стрела, Княжая-27, цементация, сорбит, ув. 100; *3* — топорик, Глазов-13, мартенсит и троостит, ув. 200; *4* — топорик, Речица-2, мартенсит и троостит, ув. 100; *5* — топорик, Михайловское-2, сорбит, ув. 100; *6* — топорик, Владимир-18, феррит и перлит, ув. 100

очень чистый. Основа клинка — феррит. Структура наваренной части — мартенсит и троостит (рис. 166, *3*). Микротвердость мартенсита по Виккерсу 548 единиц. Образец был подвергнут отжигу. На лезвии обнаружилась перлитная структура. Содержание углерода 0,85%.

Речица-2. Топорик средней сохранности. Длина топорика 170 мм, ширина лезвия 85 мм. Шлифы сделаны на продольном сечении лезвия и на поперечном сечении клевца. На лезвии обнаружена структурная схема наварки. Тело топора сварено из двух железных полос. На острие вварено стальное лезвие. Его структура — мартенсит и троостит (рис. 166, *4*). Поперечный шлиф на клевце обнаружил целиком ферритное строение со сварочным швом посередине.

Михайловское-2. Топорик очень хорошей сохранности. Длина топорика 135 мм, ширина лезвия 145 мм. Образец взят на продольном сечении лезвия. Шлиф обнаружил однородное строение. Структура — сорбит (рис. 166, *5*). Микротвердость по Виккерсу 236 единиц. Содержание углерода около 0,8%.

Владимир-18. Сохранность топорика средняя. Длина 155 мм, ширина лезвия 62 мм. Образцы взяты на продольном сечении лезвия и на поперечном сечении клевца. Оба шлифа обнаружили одинаковые структурные схемы — сварку из двух половинок. Структура металла неоднородного строения — феррит с перлитом — малоуглеродистая сталь (рис. 166, *6*).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОПИСЬ

изделий, исследованных металлографически

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
		Новгород. Ярославово дворище			
1	Новгород-1	Нож	ГИМ	48—1174	XII
2	Новгород-2	Нож	„	47—2447	XIII—XIV
3	Новгород-3	Нож	„	48—685	XI—XII
4	Новгород-4	Нож	„	48—660	X
5	Новгород-5	Нож	„	48—684	X—XI
6	Новгород-6	Нож	„	48—2095	XIII
7	Новгород-7	Нож	„	48—1445	XIII
8	Новгород-8	Нож	„	48—1945	XII
9	Новгород-9	Нож	„	48—2040	XII
10	Новгород-10	Ножницы	„	48—142	XIII
11	Новгород-11	Напильник	„	47—3051	XIII—XIV
12	Новгород-12	Напильник	„	47—2033	XIV
13	Новгород-13	Напильник	„	48—292	XII—XIII
14	Новгород-14	Напильник	„	48—2383	XII
15	Новгород-15	Топор	„	47—2846	XIII—XIV
16	Новгород-16	Топор	„	48—708	XII
17	Новгород-17	Коса	„	48—678	X—XI
18	Новгород-18	Серп	„	47—3304	XII
19	Новгород-19	Серп	„	48—690	XII—XIII
20	Новгород-20	Долото	„	47—2994	XIII—XIV
21	Новгород-21	Скобель	„	48—706	X—XI
22	Новгород-22	Скобель	„	48—653	XI—XII
23	Новгород 23	Сверло	„	48—2210	XII
24	Новгород-24	Сошник	„	48—2386	XI
25	Новгород-25	Кольчуга	„	48—2390	XI
26	Новгород-26	Шпора	„	48—2385	XI—XII
27	Новгород-27	Замок (корпус)	„	48—1554	XI—XII
28	Новгород-28	Замок (пружина)	„	48—1554	XI—XII
29	Новгород-29	Пружина замка	„	48—680	XII—XIII
30	Новгород-30	Кресало	„	47—2042	XIII
31	Новгород-31	Гвоздь	„	48—1468	XI—XII
32	Новгород-32	Гвоздь	„	48—1899	XI—XII
33	Новгород-33	Подкова сапожная	„	48—733	XIII
34	Новгород-34	Скоба	„	48—716	XII
		Старая Рязань			
1	Рязань-1	Нож	РКМ	48—311	XII—XIII
2	Рязань-2	Нож	„	48—171	XII—XIII
3	Рязань-3	Нож	„	48—133	XII—XIII
4	Рязань-4	Нож	„	48—378	XII—XIII
5	Рязань-5	Топор	„	48—336	XII—XIII
6	Рязань-6	Долото	„	47—524	XII—XIII
7	Рязань-7	Пила	„	49—394	XII—XIII
8	Рязань-8	Резец токарный	„	48—629	XII—XIII
9	Рязань-9	Ножницы	„	48—648	XII—XIII
10	Рязань-10	Зубило	„	47—347	XII—XIII
11	Рязань-11	Серп	„	47—639	XII—XIII
12	Рязань-12	Стрела	„	48—540	XII—XIII
13	Рязань-13	Пружина замка	„	48—570	XII—XIII
14	Рязань-14	Гвоздь	„	48—405	XII—XIII
15	Рязань-15	Гвоздь	„	48—417	XII—XIII

Продолжение

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
		Новгородские курганы			
1	Новгор. кург.-1	Нож	ГИМ	35322	XI—XII
2	Новгор. кург.-2	Нож	„	35322	XI—XII
3	Новгор. кург.-3	Топор	„	35322	XI—XII
4	Новгор. кург.-4	Топор	„	35322	XI—XII
5	Новгор. кург.-5	Топор	„	35322	XI—XII
6	Новгор. кург.-6	Топор	„	35322	XI—XII
7	Новгор. кург.-7	Серп	„	35322	XI—XII
8	Новгор. кург.-8	Серп	„	35322	XI—XII
9	Новгор. кург.-9	Серп	„	35322	XI—XII
10	Новгор. кург.-10	Серп	„	35322	XI—XII
11	Новгор. кург.-11	Серп	„	35322	XI—XII
12	Новгор. кург.-12	Коса	„	35322	XI—XII
13	Новгор. кург.-13	Коса	„	35322	XI—XII
14	Новгор. кург.-14	Коса	„	35322	XI—XII
15	Новгор. кург.-15	Коса	„	35322	XI—XII
16	Новгор. кург.-16	Коса	„	35322	XI—XII
17	Новгор. кург.-17	Коса	„	35322	XI—XII
18	Новгор. кург.-18	Резец токарный	„	35322	XI—XII
19	Новгор. кург.-19	Гарпун	„	35322	XI—XII
20	Новгор. кург.-20	Гарпун	„	35322	XI—XII
21	Новгор. кург.-21	Копье	„	35322	XI—XII
22	Новгор. кург.-22	Копье	„	35322	XI—XII
23	Новгор. кург.-23	Копье	„	35322	XI—XII
		Приладожские курганы			
1	Приладожье-1	Нож	ГИМ	32778, хр. 41/20б	IX—X
2	Приладожье-2	Нож	„	32778, хр. 41/20б	IX—X
3	Приладожье-3	Нож	„	32778, хр. 13/5б	IX—X
4	Приладожье-4	Топор	„	32778, хр. 41/21а	IX—X
5	Приладожье-5	Топор	„	32778, хр. 150/1	IX—X
6	Приладожье-6	Топор	„	32778, хр. 41/27а	IX—X
7	Приладожье-7	Топор	„	32778, хр. 41/27б	IX—X
8	Приладожье-8	Чапельник	„	32778, хр. 41/18а	IX—X
9	Приладожье-9	Лопата	„	32778, хр. 41/17б	IX—X
10	Приладожье-10	Меч	„	32778	IX—X
11	Приладожье-11	Меч	„	32778	IX—X
12	Приладожье-12	Копье	„	32778, хр. 13/3б	IX—X
13	Приладожье-13	Копье	„	32778, хр. 150/1	IX—X
14	Приладожье-14	Копье	„	32778, хр. 13/13	IX—X
15	Приладожье-15	Копье	„	32778, хр. 13/10	IX—X
16	Приладожье-16	Копье	„	32778, хр. 41/18	IX—X
17	Приладожье-17	Копье	„	32778, хр. 13/13б	IX—X
18	Приладожье-18	Стрела	„	32778, хр. 13/2б	IX—X
		Гнездовские курганы			
1	Гнездово-1	Нож	ГИМ	42536, хр. 117/37	X
2	Гнездово-2	Нож	„	42536, хр. 117/46	X
3	Гнездово-3	Нож	„	42536, хр. 117/43	X
4	Гнездово-4	Ножницы	„	42536, хр. 117/42а	X
5	Гнездово-5	Топор	„	42536, хр. 117/41б	X
6	Гнездово-6	Напильник	„	42536, хр. 3/2	X
7	Гнездово-7	Заклепка	„	42536, хр. 117/23б	X
8	Гнездово-8	Заклепка	„	42536, хр. 117/11а	X

ОПИСЬ ИЗДЕЛИЙ

Продолжение

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
9	Гнездово-9	Заклепка	ГИМ	42536, хр. 3/2	X
10	Гнездово-10	Гвоздь	"	42536, хр. 3/2	X
11	Гнездово-11	Меч	"	42536, хр. 117/20б	X
12	Гнездово-12	Меч	"	42536, хр. 117/20	X
13	Гнездово-13	Меч	"	42536, хр. 117/52	X
14	Гнездово-14	Меч	"	42536, хр. 195	X
15	Гнездово-15	Меч	"	42536, хр. 231	X
16	Гнездово-16	Копье	"	42536, хр. 3/1	X
17	Гнездово-17	Стрела	"	42536, хр. 117/43б	X
18	Гнездово-18	Стрела	"	42536, хр. 117/42	X
19	Гнездово-19	Стрела	"	42536, хр. 117/47	X
20	Гнездово-20	Шлем	"	42536, хр. 117/54	X
21	Гнездово-21	Умбон	"	42536, хр. 117/44б	X
	Курганы Демидовского района Смоленской области				
1	Поречье-1	Нож	ГИМ	хр. 14/29б	XI
	Ковшаровское городище Починковского района Смоленской области				
1	Ковшарово-1	Коса	ГИМ	№ 80451, оп. 750/7	XI—XII
2	Ковшарово-2	Коса	"	№ 80451, оп, 750/9	XI—XII
	Владимирские курганы				
1	Владимир-1	Нож	ГИМ	54746, 3614/2948	X
2	Владимир-2	Нож	"	54746, 3618/2948	X
3	Владимир-3	Нож	"	54746, 3601/2949	X—XII
4	Владимир-4	Нож	"	54746, 3602/2949	X—XII
5	Владимир-5	Нож	"	54746, 3597/2949	X—XII
6	Владимир-6	Ножницы	"	54746, 121/25б	X—XII
7	Владимир-7	Серп	"	54746, хр. 121/23б	X—XII
8	Владимир-8	Топор	"	54746, хр. 121/59а	XI—XII
9	Владимир-9	Тесло	"	54746, хр. 121/19б	X—XII
10	Владимир-10	Замок (корпус)	"	54746, хр. 121/48б	XI—XII
11	Владимир-11	Замок (пружина)	"	54746, хр. 121/48б	XI—XII
12	Владимир-12	Ключ	"	54746, хр. 121/48б	X—XII
13	Владимир-13	Ключ	"	54746, хр. 121/48б	X—XII
14	Владимир-14	Копье	"	54746, Румянц. каталог 811	IX—X
15	Владимир-15	Копье	"	54746, Румянц. каталог 810	X—XII
16	Владимир-16	Копье	"	54746, Румянц. каталог 49	X—XII
17	Владимир-17	Топорик боевой	"	54746, хр. 121/7а	XI—XII
18	Владимир-18	Топорик боевой	"	54746, хр. 121/24а	X—XII
	Михайловские курганы				
1	Михайловское-1	Нож	ГИМ	44730, хр. 125/40а	IX—X
2	Михайловское-2	Дужка ведра	"	44730, хр. 125/40а	IX—X
3	Михайловское-3	Меч	"	44730, оп. 290/40	IX—X
4	Михайловское-4	Меч	"	41007	IX—X
5	Михайловское-5	Меч	"	44730, оп. 290/31	IX—X
6	Михайловское-6	Меч	"	41007	IX—X
7	Михайловское-7	Копье	"	44730, хр. 125/40а	IX—X
8	Михайловское-8	Топорик боевой	"	44730, хр. 125/40а	IX—X

Продолжение

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
		Княжая Гора			
1	Княжая-1	Нож	КГИМ		XI—XII
2	Княжая-2	Нож	„		XI—XII
3	Княжая-3	Нож	„		XI—XII
4	Княжая-4	Серп	ГИМ	79718/59	XI—XII
5	Княжая-5	Серп	„	79718/62	XI—XII
6	Княжая-6	Серп	КГИМ		XI—XII
7	Княжая-7	Коса	„	32725	XI—XII
8	Княжая-8	Коса	„	С66925	XI—XII
9	Княжая-9	Топор	ГИМ	79718/66	XI—XII
10	Княжая-10	Долото	КГИМ		XI—XII
11	Княжая-11	Тесло	„	32682	XI—XII
12	Княжая-12	Крючок	„	КГ, 25/2095	XI—XII
13	Княжая-13	Долото	ГИМ	79718/65	XI—XII
14	Княжая-14	Резец токарный	„	79718/67	XI—XII
15	Княжая-15	Скобель	КГИМ		XI—XII
16	Княжая-16	Струг кожевенный	„		XI—XII
17	Княжая-17	Сверло	„		XI—XII
18	Княжая-18	Напильник	„	32199	XI—XII
19	Княжая-19	Напильник	„	21716	XI—XII
20	Княжая-20	Напильник	„	7870	XI—XII
21	Княжая-21	Пила	„		XI—XII
22	Княжая-22	Острога	„		XI—XII
23	Княжая-23	Удила	„		XI—XII
24	Княжая-24	Стрела	ГИМ	79718/30	XI—XII
25	Княжая-25	Стрела	„	79718/31	XI—XII
26	Княжая-26	Стрела	КГИМ	КГ, 25/138	XI—XII
27	Княжая-27	Стрела	„	31803	XI—XII
28	Княжая-28	Копье	„		XI—XII
29	Княжая-29	Кольчуга	„	32745	XI—XII
30	Княжая-30	Гвоздь	„		XI—XII
31	Княжая-31	Замок (корпус)	„	32398	XI—XII
32	Княжая-32	Замок (пружина)	„	32398	XI—XII
33	Княжая-33	Замок (пружина)	„		XI—XII
34	Княжая-34	Замок (пружина)	„		XI—XII
35	Княжая-35	Замок (корпус)	„		XI—XII
36	Княжая-36	Замок (пружина)	„		XI—XII
37	Княжая-37	Ключ	ГИМ	79718/5	XI—XII
		Курганы у с. Кривец, Ярославской области			
1	Кривец-1	Нож	ГИМ	605/620	XI—XII
2	Кривец-2	Топор	„	оп. 605/636	XI—XII
3	Кривец-3	Гвоздь	„	605/652	XI—XII
		Псков			
1	Псков-1	Нож	ПИМ	оп. 1797/31031	XI—XII
2	Псков-2	Нож	„	оп. 1797/31161	XI—XII
3	Псков-3	Нож	„	оп. 1797/31002	X—XI
4	Псков-4	Нож	„	оп. 1797/30996	X—XI
5	Псков-5	Нож	„	оп. 1797/30989	XI—XII
6	Псков-6	Нож	„	оп. 1797/30990	XI—XII
7	Псков-7	Нож	„	оп. 1797/31130	X—XI
8	Псков-8	Нож	„	оп. 1797/31156	X—XI
9	Псков-9	Нож	„	оп. 1797/30268	X—XI
10	Псков-10	Серп	„	оп. 1797/30952	XI—XII
11	Псков-11	Ножницы	„	оп. 1797/31059	XI—XII
12	Псков-12	Зубило	„	оп. 1797/30984	XI—XII
13	Псков-13	Напильник	„	1797/31032	XIII
14	Псков-14	Гвоздь	„	оп. 1797/31166	XI—XII
15	Псков-15	Гвоздь	„	оп. 1797/31122	XI—XII

Продолжение

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
		Подболотьевский могильник			
1	Подболотье-1	Нож	ГИМ	56480, оп. 811/131	IX—X
2	Подболотье-2	Топор	„	56480, оп. 811/179	IX—X
3	Подболотье-3	Долото	„	56480, оп. 811/196	IX—X
4	Подболотье-4	Долото	„	56480, оп. 811/132	IX—X
5	Подболотье-5	Копье	„	56480, оп. 811/195	IX—X
6	Подболотье-6	Копье	„	56480, оп. 811/1028	IX—X
7	Подболотье-7	Серп	„	56480, оп. 811/173	IX—X
		Максимовский могильник			
1	Максимовский-1	Нож	ГИМ	37730, оп. 580/197	IX—X
2	Максимовский-2	Топор	„	37730, оп. 580/270	IX—X
3	Максимовский-3	Долото	„	37730, оп. 580/409	IX—X
4	Максимовский-4	Копье	„	37730, оп. 580/7	IX—X
		Вышгород			
1	Вышгород-1	Нож	ГИМ	79542/974	XI—XII
2	Вышгород-2	Нож	„	79542/3936	XI—XII
3	Вышгород-3	Нож	„	79542/226	XI—XII
4	Вышгород-4	Нож	„	79542/3937	XI—XII
5	Вышгород-5	Ножницы	„	79542/892	XI—XII
6	Вышгород-6	Напильник	„	79542/3919	XI—XII
7	Вышгород-7	Напильник	„	79542/351	XI—XII
8	Вышгород-8	Напильник	„	79542/353	XI—XII
9	Вышгород-9	Гвоздь	„	79542/473	XI—XII
10	Вышгород-10	Гвоздь	„	79542/3995	XI—XII
		Сарское городище			
1	Сарское-1	Нож	ГИМ	80262, оп. 458/16	IX—X
2	Сарское-2	Нож	„	80262, оп. 458/8	IX—X
3	Сарское-3	Нож	„	80262, оп. 458/12	IX—X
4	Сарское-4	Нож	„	80262, оп. 458/4	IX—X
5	Сарское-5	Ножницы	„	80262, оп. 458/87	IX—X
6	Сарское-6	Стрела	„	80262, оп. 458/20	IX—X
		Городища Глазовского района			
1	Глазов-1	Нож	ГИМ	42548, оп. 266/188	X—XI
2	Глазов-2	Нож	„	42548, оп. 266/193	X—XI
3	Глазов-3	Нож	„	42548, оп. 266/195	X—XI
4	Глазов-4	Нож	„	42548, оп. 266/211	X—XI
5	Глазов-5	Лезвие	„	42548, оп. 266/1078	X—XI
6	Глазов-6	Резец токарный	„	42548, оп. 266/1073	X—XI
7	Глазов-7	Кочедык	„	42548, оп. 266/21	X—XI
8	Глазов-8	Кочедык	„	42548, оп. 266/23	X—XI
9	Глазов-9	Зубило	„	42548, оп. 266/720	X—XI
10	Глазов-10	Замок (пружина)	„	42548, оп. 266/131	X—XI
11	Глазов-11	Копье	„	42548, оп. 266/268	X—XI
12	Глазов-12	Стрела	„	42548, оп. 266/346	X—XI
13	Глазов-13	Топорик боевой	„	42548, оп. 266/128	X—XI
		Райковецкое городище			
1	Райки-1	Нож	ИАУ		XII—XIII
2	Райки-2	Нож	„		XII—XIII
3	Райки-3	Нож	„		XII—XIII
4	Райки-4	Нож	„		XII—XIII

Продолжение

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
5	Райки-5	Долото	ИАУ		XII—XIII
6	Райки-6	Лезвие	„		XII—XIII
7	Райки-7	Резец токарный	„		XII—XIII
8	Райки-8	Ножницы	„		XII—XIII
9	Райки-9	Напильник	„	1524	XII—XIII
10	Райки-10	Серп	„		XII—XIII
11	Райки-11	Серп	„		XII—XIII
12	Райки-12	Серп	„		XII—XIII
13	Райки-13	Серп	„		XII—XIII
14	Райки-14	Серп	„		XII—XIII
15	Райки 15	Коса	„		XII—XIII
16	Райки-16	Гвоздь	„		XII—XIII
17	Райки-17	Замок (корпус)	„		XII—XIII
18	Райки-18	Замок (пружина)	„		XII—XIII
19	Райки-19	Пружина замка	„		XII—XIII
20	Райки-20	Пружина замка	„		XII—XIII
		Вщижское городище			
1	Вщиж-1	Нож	ГИМ	82508, оп. 115/56	XI—XII
2	Вщиж-2	Нож	„	82508, оп. 115/62	XI—XII
3	Вщиж-3	Ножницы	„	82508, оп. 1115/51	XI—XII
4	Вщиж-4	Стамеска токарная	„	82508, оп. 1115/1245	XI—XII
5	Вщиж-5	Долото	„	82508, оп. 1115/1453	XI—XII
6	Вщиж-6	Меч	„	82508, оп. 1115/263	XI—XII
		Курганы у дер. Заславль, Минской области и района			
1	Заславль-1	Копье	ГИМ	хр. 33/33а	X—XIII
		Курганы у сл. Бисерово, Богородского района Московской области			
1	Бисерово-1	Копье	ГИМ	хр. 846/117	X—XIII
		Курганы у Логойска, Борисовского района Минской области			
1	Борисово-1	Топор	ГИМ	хр. 22/2	X—XIII
		Моховской могильник			
1	Моховской-1	Топор	ГИМ	хр. 31/39а	X—XIII
		Курганы у дер. Заужелье, Речицкого района Гомельской области			
1	Речица-1	Серп	ГИМ	24220 хр. 52/3	X—XIII
2	Речица-2	Топорик боевой	„	24220 хр. 52/3	X—XIII
		Кушманское городище			
1	Кушманское-1	Долото	ГИМ	хр. 71/3	X—XI

Продолжение

№№ п/п	Шифр	Наименование изделия	Место хранения	№ хранения	Дата, век
	Курганы у с. Гагино, Сергачского района Горьковской области				
1	Гагино-1	Топор	ГИМ	741/237	XI—XII
	Курганы у дер. Мал. Терюшово, Горьковской области и района				
1	Терюшово-1	Долото	ГИМ	78607	XIII
2	Терюшово-2	Копье	„	403/32	XIII
	Стерженское городище				
1	Стерженское-1	Копье	ГИМ	оп. 762/73	XI—XIII
2	Стерженское-2	Топор	„	оп. 762/66	XI—XIII
	Федяшевское городище				
1	Федяшево-1	Нож	ГИМ	42688	XI—XII
2	Федяшево-2	Серп	„	42688	XI—XII
3	Федяшево-3	Зубило	„	42688	XI—XII
4	Федяшево-4	Резак	„	42688	XI—XII
5	Федяшево-5	Напильник	„	42688 289/28	XI—XII
	Курганы у с. Вишенки, Остерского района Черниговской области				
1	Вишенки-1	Нож	ГИМ	хр. 361/131	XI—XIII
2	Вишенки-2	Топор	„	„	XI—XIII
3	Вишенки-3	Серп	„	„	XI—XIII
	Дрогичинское городище				
1	Дрогичинское-1	Серп	ГИМ	хр. 70/3	XI—XII
2	Дрогичинское-2	Ключ	„	хр. 70/3	XI—XIII
	Лядинский могильник				
1	Лядинский-1	Долото	ГИМ	25280 хр. 39/59а	X
2	Лядинский-2	Копье	„	25280 хр. 39/57а	X
3	Лядинский-3	Копье	„	25280 хр. 39/57а	X

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИ — Акты исторические
АИ и З — Археологические известия и заметки
ВЭО — Вольное экономическое общество
ГАИМК — Государственная академия истории материальной культуры
ГИМ — Государственный Исторический музей
ЖРМО — Журнал Русского металлургического общества
ЗРАО — Записки Русского археологического общества
ИЗ — Исторические записки
ИАК — Известия Археологической комиссии
ИАУ — Институт археологии АН УССР
КГИМ — Киевский Государственный исторический музей
~~КСИИМК — Краткие сообщения Института~~ истории материальной культуры
МАВГР — Материалы по археологии восточных губерний России
МИА — Материалы и исследования по археологии СССР
НПК — Новгородские писцовые книги
ПИДО — Проблемы истории докапиталистических обществ
ПИМ — Псковский исторический музей
ПСРЛ — Полное собрание русских летописей
РКМ — Рязанский краеведческий музей
СА — Советская археология
ТСА РАНИОН — Труды секции археологии Российской ассоциации научно-исследовательских институтов общественных наук
ЧКМ — Черниговский краеведческий музей
АЛЮР — Археологическая летопись Южной России
B. z. G. T. u. I. — Beiträge zur Geschichte der Technik und der Industrie

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 5

Первая часть. Источники и методика исследования

Глава I. Литература и источники 7
Глава II. Методика исследования 10
Глава III. Обзор кузнечной продукции 15

Вторая часть. Техника металургии

Глава I. Вводные замечания 20
Глава II. Процесс 23
Глава III. Печи 26
Глава IV. Руда 36
Глава V. Топливо 40
Глава VI. Шлаки 40
Глава VII. Железо 42
Глава VIII. Сталь 49
Глава IX. Выводы 54

Третья часть. Техника металлообработки

Глава I. Вводные замечания 55
Глава II. Оборудование 56
Глава III. Инструментарий кузнеца 57
Глава IV. Инструментарий слесаря 66
Глава V. Технология производства качественных изделий. Общие замечания . 70
Глава VI. Технология производства ножей 71
Глава VII. Технология производства ножниц 82
Глава VIII. Технология производства сельскохозяйственных орудий труда . . 86
Глава IX. Технология производства деревообделочных инструментов 102
Глава X. Технология производства инструмента разных ремесел 127
Глава XI. Технология производства оружия 130
Глава XII. Технология производства замков и утвари 169
Глава XIII. Элементы технологических операций 169
Глава XIV. Выводы 184

Четвертая часть. Ремесло и ремесленники

Глава I. Городские и деревенские кузнецы 188
Глава II. Специализация городских ремесленников 194
Глава III. Кузнецы и металлурги 197
Глава IV. Институт ученичества 201
Глава V. Мастера и подмастерья 203
Глава VI. Сбыт продукции 203
Заключение 206

Приложения

1. Описание кузнечного и слесарного инструмента 211
2. Структура шлифов 220
3. Опись изделий, исследованных металлографически 251

Список сокращений 258

Утверждено к печати
Институтом истории материальной культуры
Академии Наук СССР

*

Редактор издательства *Д. А. Авдусин*
Технический редактор *Т. В. Алексеева*

*

РИСО АН СССР № 71-59В. Т-03109. Издат. № 3717
Тип. заказ № 913. Подп. к печ. 30/III 1953 г.
Формат бум. 84×108¹/₁₆. Печ. л. 26,65.
Уч.-издат. л. 26,70. Тираж 2000.

Цена по прейскуранту 1952 г. 17 р. 50 к.

2-я тип. Издательства Академии Наук СССР
Москва. Шубинский пер., д. 10

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
51	Правая кол., 14 св.	частному	частому
61	Правая кол., 2 сн.	Подобное	Подробное
113	Подпись к рис. 78	Книжая	Княжая
132	Правая кол., 1 сн.	243	242
197	Правая кол., 24 сн.	опредленном	определенном
199	Левая кол., 23 сн.	всего	скорее всего