

Б.А. Колчин

**Черная металлургия и металлообработка в
Древней Руси**

(Домонгольский период)

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 902
ББК 63.4
Б11

Б11 **Б.А. Колчин**
Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси: (Домонгольский период) / Б.А. Колчин – М.: Книга по Требованию, 2023. – 260 с.

ISBN 978-5-458-40115-9

Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси (Домонгольский период). Материалы и исследования по археологии СССР, №32. На основе археологических данных рассматривается черная металлургия и металлообработка в Древней Руси IX в.— середины XIII в. 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. В приложениях даны подробное описание кузнечного и слесарного инструмента и полное описание всех микроструктур исследованных образцов изделий.

ISBN 978-5-458-40115-9

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ

ИСТОЧНИКИ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЛАВА I

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

Металлургическая и металлообрабатывающая промышленность древней Руси в русской историографии представлена довольно бедно¹. 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 изготовления².

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, приготавливали различные вещи для домашнего обихода, земледельческие орудия, плотнические инструменты и воинские вооружения. Хотя русские до XV века пользовались иностранными железными изделиями или вещами, выделяемыми 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 в 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 предме-

ты 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 общесторических 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 материала¹.

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 металлдобывающего 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 памятника-

ми. 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 корреляции². 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 П. П. Ефименко. Рязанские могильники. Материалы по этнографии. Л., 1926, т. III, вып. 1.

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

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

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 заметить 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 исто-

рико-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 (пердельное 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 сотрудничество археологии с металловедением, но, к сожалению, оно этим же исследованием и окончилось².

В 1935 г. Б. Е. Деген-Ковалевский привлёк металлографический анализ для технической интерпретации нескольких железных предметов³.

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. Голицын⁴. В работе был привлечен металлографический анализ кольчужных колец, на основании которого автор воссоздает технику производства кольчуг.

Прибегал к металлографическим анализам оружейвед В. В. Арендт⁵, 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 Ганеманн⁶.

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 XII—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 Н. Hanemann. Metallographische Untersuchung... Eisenfunde. Österreich. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen. 1914, № 62, стр. 183.

Два нидамских меча исследовал в 1927 г. Нейман¹. Французский металловед Шарль Фремон произвел металлографические исследования трех топоров мерovingского времени². 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 Египте³. Банистер в работе по истории древнеегипетской металлургии сделал несколько металлографических анализов цветного металла⁴.

Во всех перечисленных работах, как русских, так и зарубежных авторов, металлографическому исследованию подвергались единичные металлургические 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 B. Neumann. Römischer Damaststahl. Archiv Eisenhüttenwesen. 1927, Bd. 1, Hf. 3, стр. 241.

² C. Fremont. Untersuchungen an eisernen Schmiedestücken... 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.

Ф е р р и т — 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.

П е р л и т — эвтектоидная смесь цементита¹ 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 тонкоштриховым 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 ВНИИ 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 Виккерса¹.

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 ин-

терес в отношении метастабильности, 15 шлифов были подвергнуты рентгеноструктурному анализу.

Рентгеноструктурный анализ производился в рентгеновской лаборатории Института стали имени И. В. Сталина доцентом Е. И. Онищук. 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 закислени), 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) электрохимический¹.

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 идти 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.

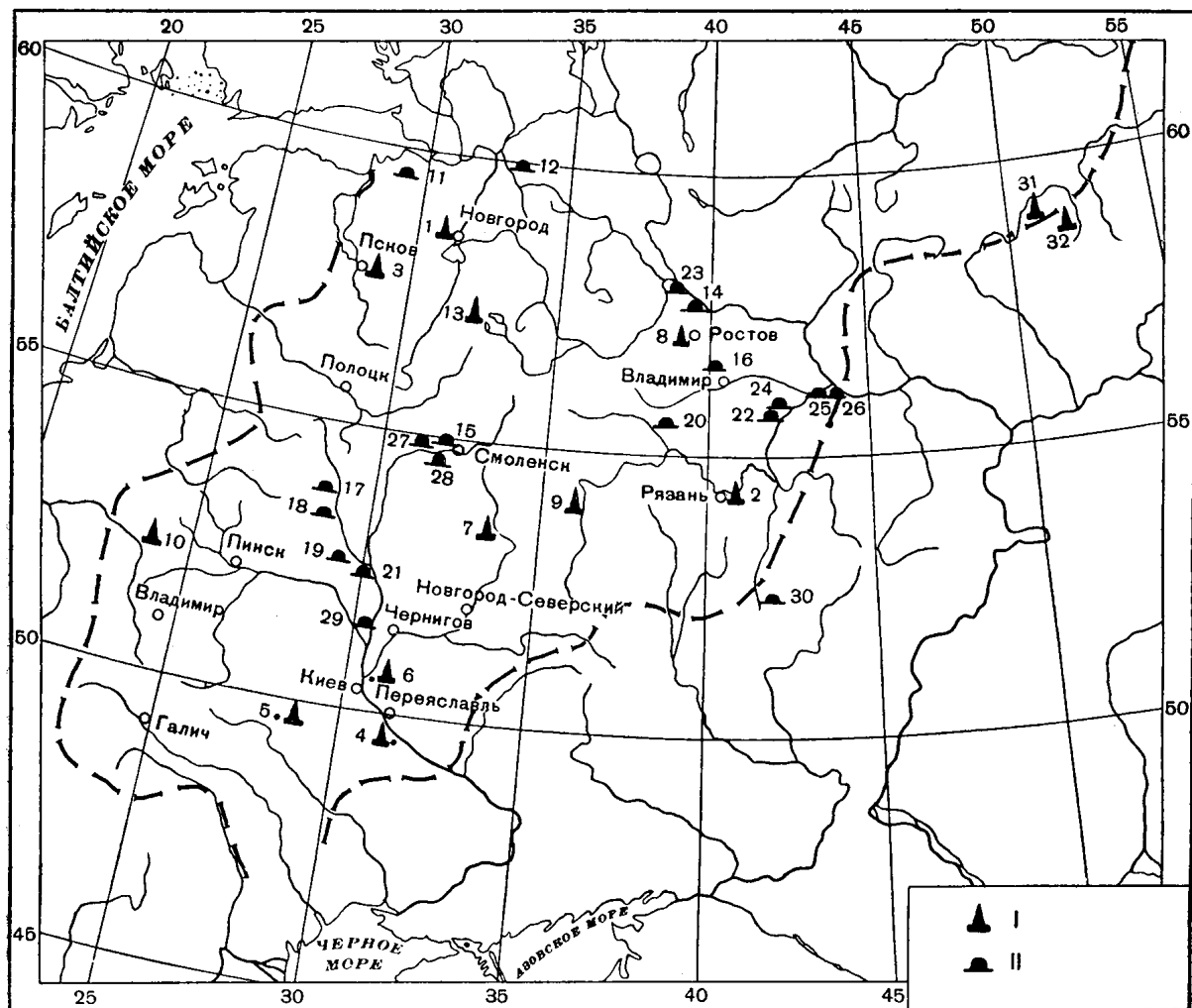


Рис. 1. Схематическая карта археологических памятников древней Руси, упоминаемых в тексте.

Условные обозначения: I — город, городище; II — курганы, могильник; 1 — Новгород; 2 — Рязань; 3 — Псков; 4 — Княжая Гора; 5 — Райковецкое городище; 6 — Вышгород; 7 — Вишиж; 8 — Сарское городище; 9 — Федяшевское городище; 10 — Дрогичинское городище; 11 — Новгородские курганы; 12 — Приладожские курганы; 13 — Стерженское городище; 14 — Михайловские курганы; 15 — Гнездомские 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 — Подболовьевский 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, датированных X—XIII вв. Всего взято 34 изделия.

Старая Рязань (условное обозначение

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

«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 — труположение. Раскопки производил в конце про-