

*Н. В. Блажевич, Д. П. Недопако,
Я. Н. Пролеева*

**К ВОПРОСУ
О КУЗНЕЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
НА ГОРОДИЩАХ ИВАН И ЧУЧИН**

Одним из наиболее развитых в древней Руси ремесел является кузнечное, остатки которого в виде шлаков, кусков криц, металлических полуфабрикатов нередко находят при раскопках городов XII—XIII вв. Хуже исследовано кузнечное ремесло небольших населенных пунктов, в частности южнорусских пограничных крепостей, хотя на каждом памятнике второй после керамики группой находок являются металлические изделия.

В связи со строительством Каневского водохранилища и угрозой разрушения археологических памятников в 60-е годы были проведены исследования двух древнерусских городищ — у пгт Ржищев (летописный город Иван) и у с. Балыко-Щучинка (ле-

тописный город Чучин) Кагарлыкского района Киевской области.

Городище у с. Балыко-Щучинка расположено на правом берегу Днепра и возвышается над уровнем поймы реки на 70 м. Площадь его 4,7 га, в том числе детинца — около 1 га, посада 3,7 га. Обе части были опоясаны валами и рвами. Раскопки велись в основном на площади детинца, исследовался также посад¹.

Городище, расположенное в уроч. Иван-гора на южной окраине Ржищева, возвышается над Днепром на 65—70 м. Северная часть памятника разрушена, и в настоящее время площадь детинца насчитывает 0,97 га. Южный, более пологий склон горы был усилен двумя эскарпами, на которых были выкопаны рвы. Ров и вал проходили так-

же по краю площадки городища. На южном склоне балки, ограничивающей возвышенность с юга, размещалось открытое поселение. За годы исследования памятника вскрытая площадь составила 0,5 га*.

Исследования показали, что в начальный период своего существования Иван и Чучин представляли собой военные крепости. Они, а также городища у сел Триполье, Витачев, Ходоров, Зарубинцы, г. Канева составляли в конце XI в. днепровскую оборонительную линию, имевшую большое значение в обороне Руси от кочевников². Крепости нередко осаждались половцами, а в 1223 г., в период первого похода орд Чингиз-хана на Южную Русь, они были разгромлены и сожжены. Процесс восстановления городов был прерван новым, страшным по своей силе, вторжением орд хана Батые. Жители, забрав имущество, покинули город и отступили в более безопасные районы, чем и объясняется более слабая насыщенность материалами культурного слоя и объектов памятников (по сравнению с Воинем, Райковецким городищем). Найденный здесь разнообразный инвентарь встречен либо в жилищах, погибших от пожара, либо был утерян или выброшен на площади поселений. К сожалению, большая часть найденного материала сохранилась плохо; около 20 % находок изделий из черного металла из-за сильной коррозии не поддается определению. Для технологического изучения кузнечных изделий было отобрано 76 предметов хорошей сохранности: ремесленные инструменты, сельскохозяйственный инвентарь, оружие, конская сбруя, предметы быта.

При исследовании железных изделий небольших днепровских крепостей существует опасность спутать предметы, изготовленные на месте, с привозными. Ниже рассматриваются только те находки, которые, вероятнее всего, были изготовлены местными кузнецами. Исключением является шпора, инкрустированная серебром, изготовленная, скорее всего, киевскими мастерами.

Находки на детинцах городищ в

* Авторы благодарят В. К. Гончарова за предоставленные им материалы из раскопок городища Иван.

культурном слое обломков криц, шлаков, болотной руды, некоторых ремесленных инструментов свидетельствуют о наличии кузнечных мастерских на площади поселений. Что же касается вопроса об источниках металлургического сырья, то результаты наших исследований показывают, что кузнецы Чучина и Ивана использовали кричное железо разнообразного качества. Поскольку физико-географическое окружение городищ заключало в себе все необходимые для производства железа компоненты (болотные руды, лес, река), можно с уверенностью предположить, что в непосредственной близости от городищ, в сельской округе, находился железодобывающий центр.

Учитывая относительно небольшое расстояние между городищами в данном районе (сюда же включено древнерусское городище у с. Уляники), можно предположить наличие крупного центра по добыче железа, который обслуживал несколько поселений. Однако этот вопрос пока остается открытым: археологическими разведками в пойме р. Терев зафиксировано несколько небольших поселений XII—XIII вв. Раскопки двух из них у с. Лапутьки Чернобыльского района Киевской области выявили остатки сезонных металлургических мастерских, где производилась выплавка железа из болотных руд³.

Мы не располагаем данными о том, где находились металлургические центры, поставившие железо кузнецам Ивана и Чучина. Известно, что во избежание пожара горны удалялись от стационарных поселков. Показательные опыты, проведенные в отделе физико-химических методов Института археологии АН УССР. При моделировании сыродутного процесса, даже при естественной тяге, пламя поднималось над горном на высоту 2—3 м, а горящие частицы угля разносились ветром на значительное расстояние. Если учесть использование в сыродутном процессе мехов для нагнетания воздуха в домницу, опасность пожара еще больше возрастает. Столь же пожароопасными являлись и кузнечные горны.

Как уже говорилось, в коллекциях городищ представлены материалы, позволяющие выделить те же группы, по

Количество изделий из черного металла

Наименование изделий	Поселение	
	Чучин	Иван
I. Орудия труда, сельского хозяйства и промыслов		
Ножи	24	25
Ножницы	3	3
Косы	2	1
Серпы	7	6
Топоры	3	
Рыболовные крючки	2	5
Наральники	1	1
Лемехи	2	
Чересла	2	
II. Ремесленный инструмент		
Долота	3	1
Ложжари	2	5
Струги	3	
Пилы	1	2
Пяцеты	1	
Шилья	2	
Зубила	1	
Стамески		1
III. Оружие		
Стрелы	6	10
Копья		1
Кольца кольчужные	1	
Карабин от ножен		
Кистень	1	
Перекрестье кинжала	1	
IV. Конская сбруя		
Стремена	3	5
Путы	1	
Удила	6	3
Поводные кольца	5	
Подковы	1	
Ледоходные шипы	1	
Псалии	1	
V. Домашняя утварь		
Пружины замочные	3	
Замки	6	5
Ключи	14	11
Скобы	7	
Щеколды дверные	3	
Кресала	3	
Дужки ведерные	6	6
Ушки	3	
Обручи	14	
Гвозди	43	27
Ручки от ларцов	2	1
Туалетные щипчики	1	

стюма и украшения. Набор железных изделий по городищам приведен в таблице.

Одной из наиболее частых находок на древнерусских поселениях и в городах являются ножи. На Иване их найдено 25, в Чучине — 24 экз. Для их изготовления использовался металл невысокого качества, загрязненный шлаками и недостаточно прокованный. Только в двух случаях из семи описанных анализов металл довольно чистый и плотный. Технология изготовления ножей представлена двумя вариантами: 1) простейшая схема изготовления ножа из цельножелезной или цельно-стальной заготовки: два ножа изготовлены из чистого железа (ан. 84, 97), два — из среднеуглеродистой стали (ан. 102, 132); 2) изготовление ножа путем наварки углеродистого лезвия на ферритную или низкоуглеродистую основу (ан. 130, 135, 164) известно в раннеславянское время⁵ и является наиболее распространенным у древнерусских кузнецов второй половины XIII в.⁶

В микроструктуре одного из ножей (ан. 135) отмечено наличие мартенсита. Однако в данном случае нельзя с полной уверенностью констатировать сознательное применение упрочняющей термообработки, так как мартенситная зона расположена в центре образца. Такая структура, вероятно, возникла в результате повышенного содержания углерода в центре образца, а ускоренное охлаждение привело к образованию закалочной структуры. Содержание углерода у рабочей поверхности составляет всего 0,15—0,2 %, и поэтому мартенсит здесь не образовался. Создается впечатление, что при наварке мастер перепутал концы рабочей части и науглерожившую сторону приварил вовнутрь. Таким образом, на рабочей части оказалась низкоуглеродистая часть заготовки.

В микроструктуре еще одного ножа (ан. 132) также обнаружен мартенсит, но в данном случае он находится у рабочей поверхности, что позволяет считать такую технологию оправданной. Термообработка в этом случае проведена весьма умело, твердость лезвия составляет 362 кг/мм², что является оптимальным для изделий подобного вида.

которым распределил кузнечные изделия Руси Б. А. Колчин⁴. Исключение составляют лишь принадлежности ко-

Из довольно чистого кричного железа изготовлены ножницы. Лезвие формировалось путем сгибания вдвое железной полосы пакетированного металла с последующей цементацией режущей кромки и ее термообработкой (ан. 129). Данный экземпляр мы относим к древнерусскому времени условно, так как известно, что в XII—XIII вв. в основном бытовали шарнирные ножницы с разомкнутыми кольцами. Замыкаются же и свариваются (как в данном экземпляре) кольца позже, в XIV в.⁷

Следует отметить отсутствие перегретых структур, что свидетельствует о поддержании правильного температурного режима при обработке металла. Таким образом, кузнец обладал достаточно высоким уровнем профессионального мастерства, так как избежать перегрева таких тонких изделий, как ножи с максимальной толщиной металла 2—3 мм, очень трудно.

При раскопках городищ у Ржищева и Щучинки найдено 22 сельскохозяйственных орудия: 14 — на Чучине, 8 — на Иване. Из них подавляющее большинство составляют косы и серпы — 16 экз.

Схема изготовления кос одна — использование железной заготовки и последующая ее цементация. При этом термообработка производилась либо в мягкую закалочную среду, либо сочеталась с отпуском, что определяло получение оптимальной твердости рабочих поверхностей. Наральник (ан. 154) изготовлен из одной железной заготовки, без применения упрочняющей термообработки, что, видимо, характерно для изделий подобного рода. В. Д. Гопак, исследуя аналогичные предметы второй половины I тыс. н. э. из Днепроовско-Днестровского междуречья, в трех экземплярах из четырех обнаружил аналогичную структуру⁸.

Многие орудия изготовлены из металла довольно низкого качества, содержащего большое количество неметаллических включений. Очевидно, относительно большие объемы металла, требуемые для изготовления сельскохозяйственных орудий, не позволяли произвести тщательную проковку, необходимую для удаления шлаковых вклю-

чений. Орудия изготовлены как из чистого железа, так и из углеродистой стали, причем количество тех и других одинаково. Следует отметить, что качество используемого материала в основном соответствует его назначению. При изготовлении таких металлоемких предметов, как серпы и наральники, не применялся прием пакетирования. Кузнец имел в своем распоряжении достаточные объемы металла.

Инструмент на городищах представлен 22 предметами, однако для исследования пригодны только 8. Исследование показало, что большинство изделий изготовлено из чистого металла. Кузнецы применяли различные виды обработки металла с целью получения необходимых свойств. Например, два ложкаря изготовлены практически по одной технологии: цементация рабочей части инструмента, что обеспечивало упрочнение режущей кромки. Аналогично изготовлена и проковка (ан. 118), но ее дополнительно подвергли закалке и отпуску. Пинцет и булавка откованы из кричного железа без применения дополнительных видов обработки изделий.

Оружие представлено наконечниками стрел, копыа, а также перекрестием кинжала и обоймой от ножен. Наконечники стрел имеют различную форму. Первый — срезень с упором на прямоугольном черенке бытовал на протяжении X—XIII вв. Второй срезень, в виде узкой удлиненной лопаточки, характерен для монгольских стрел XIII в. (ан. 150). И наконец, последний из исследованных экземпляров ромбовидной формы с наибольшим расширением в верхней части пера относится ко второй половине XI в. (ан. 159)⁹. Делать какие-либо выводы на основе столь малого количества анализов затруднительно. Как видим, для изготовления наконечников применялась в основном среднеуглеродистая сталь различного качества. Очевидно, для их изготовления использовались и отходы кузнечного производства, о чем, кроме различного качества металла, свидетельствует и наличие пакетирования в образце 150. Выделяется образец 159, изготовленный из чистого металла с последующей термообработкой.

Перекрестье кинжала (ан. 96) изготовлено из тонкой стальной неравномерно науглероженной заготовки. При ее изготовлении применялся прием пакетирования металла.

На обоих городищах найдено 26 предметов снаряжения всадника и верхового коня. Эти изделия, благодаря своей конструктивной сложности, очень хорошо показывают уровень мастерства местных кузнецов. Сказанное подтверждается удилами (ан. 93, 113, 163), изготовленными из довольно чистого металла. В данном случае мы встречаемся с материалом разнообразного сечения — круглого, квадратного, прямоугольного, причем предпочтение отдается последнему. Кузнец в достаточной мере владел и приемами перехода от одной формы к другой. Владея инструментом соответствующего назначения, мастер мог вгорячую прошивать отверстия различной конфигурации и в материале различной толщины. В конструкции удила имеются отверстия круглой формы в довольно толстом стержне, а также прямоугольные отверстия в тонких пластинах.

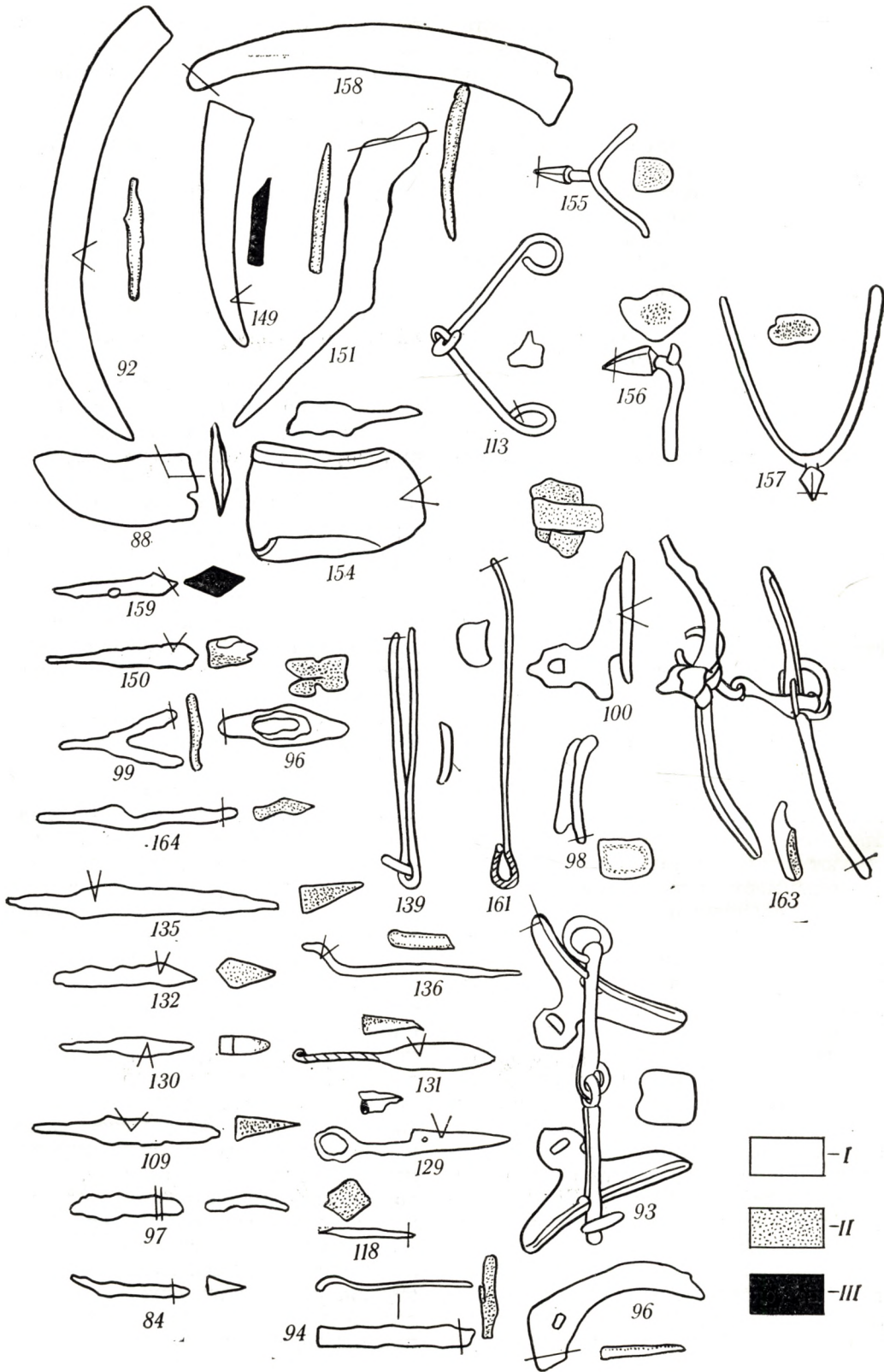
Псалии изготовлялись либо из малоуглеродистой стали, либо из цементированного железа. Весьма искусно выполнена наварка на псалие упрочняющего бортика. Из малоуглеродистой стали изготавливали шпоры (ан. 155, 156, 157). Все эти факты свидетельствуют о том, что такие предметы изготовлены мастерами, обладающими высокой квалификацией и имеющими в своем распоряжении набор соответствующих инструментов. Несомненно, что такой широкий круг кузнечных, достаточно сложных, операций мог выполнить только профессионал-мастер.

Интересно наличие инкрустации серебром на шипе одной из шпор (ан. 156). Безусловно, столь богатый предмет снаряжения всадника принадлежал знатному горожанину. Технология инкрустации весьма проста, однако требует кропотливой работы. На плоскостях шипа выполнены отверстия, куда запрессованы кусочки серебряной проволоки. Однако, учитывая диаметр отверстий (около 1 мм), следует предположить, что мастер действовал весьма тонким инструментом. Операция изго-

товления отверстий могла производиться двумя способами — либо прошивкой отверстий в горячем состоянии, либо сверлением их в холодном. Прошивка отверстий в горячем состоянии, которая могла быть выполнена только в кузнице, сопряжена со значительными трудностями. Для выполнения подобной операции необходима тонкая прошивка (инструмент для пробивки отверстий), которая в процессе работы будет все время изгибаться из-за малого диаметра. Даже если этот инструмент закалить, то ввиду небольшого сечения (фактически проволока диаметром около 1 мм) при контакте с разогретым изделием он будет терять свои рабочие качества. Для выполнения операции по второй технологии необходимо очень тонкое сверло, которое могло принадлежать лишь мастеру-ювелиру. Вероятнее всего, готовая шпора была инкрустирована киевским ювелиром по заказу ее владельца.

В изготовлении предметов быта (кресало, гвозди, пружина от внутреннего замка) кузнецы использовали обычное кричное железо, включавшее большое количество шлаков.

В целом полученные при исследовании данных материалов результаты позволяют оценить уровень технического мастерства ремесленников городищ Иван и Чучин. Мастер-кузнец, обладавший высоким профессиональным уровнем, необходимым для изготовления сложных конструкций, уже не совмещал профессии металлурга и кузнеца. Более того, изготовление таких технологически сложных изделий, как конская сбруя, включавших не только простые, но и сложные кузнечные операции, очевидно, требовало помощника-подмастерья. Последний выполнял все подготовительные операции, а кузнец — наиболее ответственные этапы работы. Необходимо отметить большое разнообразие технических приемов, используемых при изготовлении изделий. Мы уже обращали внимание на это при рассмотрении технологии изготовления удила. В общем при производстве таких изделий, как ножи, сельскохозяйственные орудия, инструмент, оружие, использовались все известные к тому времени приемы обработки железа.



- I
- II
- III

Во многих случаях технологические операции были целенаправлены и обоснованы. Так, термообработка применялась при изготовлении ножей, сельскохозяйственных орудий, наконечников стрел, инструментов. В то же время такая операция не применялась при изготовлении ключей, замков и конской сбруи. Кроме того, при изготовлении ножей, наконечников стрел, сельскохозяйственных орудий использовалась мало- и среднеуглеродистая сталь без термообработки. Мастерам была хорошо известна наварка стального лезвия на железную основу, используемая при изготовлении ножей, кос и серпов.

Чаще всего для упрочнения поверхности изделий применялась цементация, причем только в тех случаях, когда это было оправдано. Применение трудоемкого и непроизводительного процесса цементации подтверждает мысль о том, что данные образцы изготовлены вотчинными мастерами, обслуживающими небольшие гарнизоны крепостей и население прилегающей территории. В основном мастера использовали старые, традиционные методы, в выполнении которых было достигнуто значительное совершенство, что хорошо видно на примере изготовления кос и серпов. Цементационный слой в таких изделиях очень качественен, без перегрева основного металла, а в некоторых случаях проведена термообработка.

Необходимо отметить, что кузнецы, изготовлявшие железные изделия для жителей городищ, умели соблюдать термический режим при ковке. Практически нет ни одного предмета, в котором наблюдался бы значительный перегрев. Только в единичных вещах небольшого сечения можно наблюдать незначительные участки перегрева либо очень слабый перегрев.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что местные кузнецы дифференцированно подходили к применению различных технологических операций при изготовлении определенных групп предметов.

Приложение. При исследовании мак-

ро- и микроструктуры металла использовалась обычная методика металлографического анализа. Изучение микроструктуры производилось на микроскопе МИМ-7 при увеличениях $\times 100$ и $\times 200$, макроструктура изучалась на микроскопе МБС-2 при увеличениях $\times 12,5 \times 25$. Технологические схемы изделий изображены на рис. 1.

Анализ 84. На поверхности микрошлифа ножа отмечено небольшое количество мелких шлаковых включений и пор, незначительно вытянутых от спинки ножа к лезвию. Микроструктура представляет собой мелкозернистый феррит с равноосными зернами и незначительное количество перлита. Содержание углерода составляет 0,16 %. По телу ферритного зерна наблюдаются мелкодисперсные выделения в виде четко оконтурированных светлых гранул. Средняя микротвердость составляет 210 кг/мм².

Анализ 86. Фрагмент стремени изготовлен из металла с большим количеством неметаллических включений. Микроструктура представляет собой мелкозернистый феррит. На одной боковой поверхности образца расположена науглероженная полоса со следами перегрева. Микротвердость феррита составляет 192 кг/мм².

Анализ 88. Металл, из которого изготовлен обломок косы, очень чист, содержит незначительное количество неметаллических включений. Структура металла в основном состоит из зерен феррита разного размера. К режущей кромке структура переходит в мелкодисперсную структуру игольчатого характера с микротвердостью 321 кг/мм².

Анализ 92. Металл косы содержит незначительное количество неметаллических включений. Структура металла полосчатая, феррито-перлитная. На всех поверхностях образца отмечается науглероженный слой. Микротвердость феррита 110 кг/мм², в зоне науглероженного слоя 230—250 кг/мм².

Анализ 93. Удила изготовлены из железа с содержанием углерода около 0,1 %. Металл загрязнен неметалличес-

Рис. 1. Кузнечные изделия XI—XIII вв. Технологические схемы.

I — железо; II — науглероженное железо; III — термообработанная сталь.

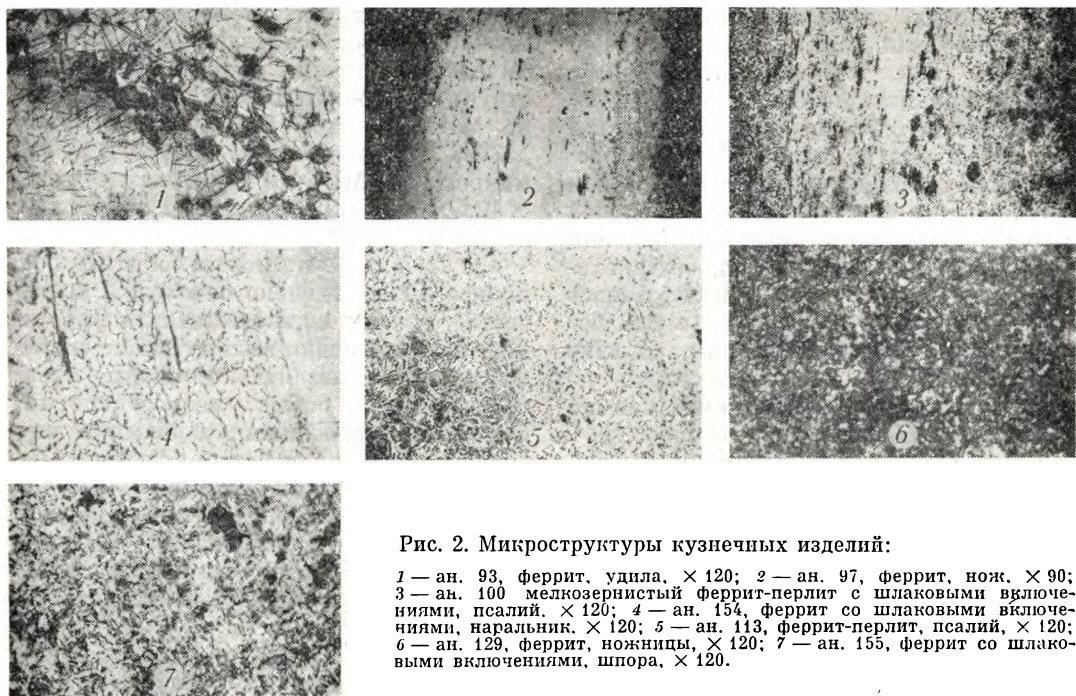


Рис. 2. Микроструктуры кузнечных изделий:

1 — ан. 93, феррит, удила, $\times 120$; 2 — ан. 97, феррит, нож, $\times 90$; 3 — ан. 100 мелкозернистый феррит-перлит с шлаковыми включениями, псалий, $\times 120$; 4 — ан. 154, феррит со шлаковыми включениями, наральник, $\times 120$; 5 — ан. 113, феррит-перлит, псалий, $\times 120$; 6 — ан. 129, феррит, ножницы, $\times 120$; 7 — ан. 155, феррит со шлаковыми включениями, шпора, $\times 120$.

кими включениями. В некоторых зернах встречаются частицы типа нитридов. Микротвердость структуры составляет $161-175 \text{ кг/мм}^2$ (рис. 2, 1).

Анализ 94. Ложкарь изготовлен из довольно чистого металла. В центре образца находится зона феррита с незначительным содержанием углерода (около $0,1\%$). По краям количество углерода возрастает до $0,3\%$, микротвердость структуры составляет 175 кг/мм^2 .

Анализ 96. Металл перекрестия кинжала содержит значительное количество мелких неметаллических включений. Структура состоит из феррито-перлитной смеси со следами перегрева, зерна металла крупные. Содержание углерода колеблется в пределах $0,2-0,5\%$ и распределяется в поле шлифа неравномерно. Микротвердость составляет 128 кг/мм^2 . По центру шлифа отмечен сварной шов хорошего качества.

Анализ 97. Металл ножа сохранился плохо. Образец, взятый на полном сечении, наполовину окислен. Структура состоит из зерен феррита различного размера и мелкодисперсных выделений. Микротвердость феррита

составляет 161 кг/мм^2 . На поверхности микрошлифа наблюдается значительное количество микропор (рис. 2, 2).

Анализ 98. Образец из фрагмента псалия в сердцевине имеет микроструктуру феррита с незначительным содержанием углерода (около $0,08\%$) и микротвердостью $148-192 \text{ кг/мм}^2$. Металл довольно чистый, содержит незначительное количество неметаллических включений. По всей поверхности образца отмечается науглероженная зона с микротвердостью 192 кг/мм^2 . В этой зоне отмечается перегрев металла.

Анализ 99. Металл наконечника стрелы содержит большое количество шлаков. Структура представляет собой сорбитообразный мелкодисперсный перлит с равномерным распределением углерода (около $0,3\%$) и микротвердостью 210 кг/мм^2 .

Анализ 100. Структура фрагмента псалия — мелкозернистый феррито-перлит с содержанием углерода $0,08-0,16\%$. Металл довольно грязный, микротвердость структуры $175-210 \text{ кг/мм}^2$ (рис. 2, 3).

Анализ 109. Образец взят на $\frac{2}{3}$ поперечного сечения ножа. Шлаковых включений и пор мало. В центре

шлифа наблюдается большое шлаковое включение. Микроструктура представляет собой мелкозернистую феррито-перлитную смесь. Содержание углерода колеблется от 0,5 % по краям образца до 0,4 % в центре. Средняя микротвердость составляет 175 кг/мм².

Анализ 113. Металл, из которого изготовлены удила, весьма чист. Основная структура — феррит-перлит с микротвердостью 161 кг/мм². На одной стороне образца отмечается слабая науглерожность (рис. 2, 5).

Анализ 118. Прокатка изготовлена из металла с большим количеством шлаковых включений. В центре образца структура представляет собой крупнозернистый феррит с микротвердостью 127 кг/мм². К краю содержание углерода возрастает до 0,5 %, структура имеет сорбитообразный характер со следами перегрева. Микротвердость 320 кг/мм².

Анализ 129. Металл пожниц чистый. Структура в основном ферритная с микротвердостью 118—127 кг/мм². На рабочей поверхности отмечается сварной шов довольно высокого качества, металл наварки имеет ферритную структуру. Режущая кромка содержит 0,5—0,6 % углерода, структура с участками игольчатого строения с микротвердостью 362 кг/мм² (рис. 2, 6).

Анализ 130. Образец взят на $\frac{2}{3}$ поперечного сечения ножа. На поверхности шлифа наблюдается большое количество мелких включений. У спинки ножа — сварной шов, расположенный поперек лезвия. Металл у спинки имеет ферритную структуру с микротвердостью 120—150 кг/мм². На наварном лезвии рабочие поверхности науглерожены (содержание углерода около 0,4 %, микротвердость 232 кг/мм²). На острие лезвия в результате протекания коррозионных процессов произошло расслоение металла.

Анализ 131. Скальпель(?) изготовлен из металла с малым количеством шлаков. Структура из феррито-перлитной смеси с содержанием углерода около 0,3 %. Углерод равномерно распределен по плоскости шлифа. Микротвердость 92—107 кг/мм².

Анализ 132. Образец вырезан на $\frac{2}{3}$ поперечного сечения ножа. На по-

верхности микрошлифа проследжено большое количество точечных включений. Микроструктура у спинки ножа — феррито-перлитная смесь с содержанием углерода 0,2—0,3 %. Микротвердость феррита 286 кг/мм², перлита — 321 кг/мм². К острию лезвия количество углерода увеличивается до 0,5—0,6 %. На этом участке шлифа наблюдается игольчатая микроструктура с микротвердостью 362 кг/мм².

Анализ 135. Металл образца, взятый на $\frac{2}{3}$ поперечного сечения, чистый. У спинки ножа отмечено наличие двух параллельных цепочек очень мелких шлаков. Последние входят в состав сварного шва, соединяющего две части ножа. Угол спинки в виде треугольника представляет собой низкоуглеродистую сталь с содержанием углерода 0,2—0,3 %. К этой небольшой полоске приварена рабочая часть лезвия, содержание углерода в которой колеблется от 0,15 до 0,5 %. Структура наварки представляет собой в основном феррито-перлитную смесь с микротвердостью в пределах от 210 кг/мм² (у острия) до 321 кг/мм² (у спинки). У самого шва содержание углерода возрастает до 0,5 %, в этой зоне наблюдается игольчатая микроструктура с микротвердостью 412 кг/мм².

Анализ 136. Металл режущей части ложка довольно чистый. В центре шлифа микроструктура феррита с микротвердостью 175 кг/мм². На поверхности шлифа количество углерода возрастает до 0,3 %, микротвердость составляет 230 кг/мм².

Анализ 139. Пинцет изготовлен из чистого железа. В поле микрошлифа отмечаются единичные точечные включения. Структура металла — феррит с выделениями второй фазы по телу зерна.

Анализ 149. Металл фрагмента серпа содержит много мелких шлаковых включений. Углерод равномерно распределен в плоскости шлифа. Структура мелкодисперсная сорбитообразная с участками игольчатости. Микротвердость сорбитообразных участков составляет 321 кг/мм², игольчатых — 473 кг/мм². Отмечено наличие многослойного пакета, выполненного очень тщательно.

Анализ 150. Наконечник стрелы изготовлен из чистого металла. Встречаются единичные шлаковые включения. Структура феррито-перлитная с содержанием углерода 0,3—0,4 %. Отмечены участки перегрева. У боковой поверхности образца имеется качественный сварной шов. Микротвердость перлита составляет 257 кг/мм², феррита — 192 кг/мм².

Анализ 154. Наральник изготовлен из металла с большим содержанием шлаковых включений, вытянутых в направленииковки. Структура — феррит с мелкодисперсными выделениями в площади зерен. Микротвердость феррита составляет 161—210 кг/мм² (рис. 2, 4).

Анализ 155. Металл шпоры с большим количеством шлаков. Структура состоит из феррита с незначительным количеством перлита (содержание углерода примерно 0,08 %). Отмечается некоторая вытянутость зерен феррита. Микротвердость структуры 127 кг/мм² (рис. 2, 7).

Анализ 156. Металл фрагмента шпоры содержит много крупных шлаковых включений. В центре образца структура представляет собой феррито-перлитную смесь с содержанием углерода 0,2 %. Микротвердость феррита 103 кг/мм². По краям образца структура крупнозернистого феррита.

Анализ 157. Металл шпоры в основном плотный, чистый. У одного края образца наблюдается скопление небольших неметаллических включений. Структура металла в центре образца состоит из феррита и перлита с содержанием углерода в пределах 0,1—0,4 %. Микротвердость феррита 161 кг/мм², перлита — 232 кг/мм².

Анализ 158. Металл фрагмента косы (серпа ?) содержит много крупных шлаковых включений, вытянутых вдоль направленияковки. Структура — крупнозернистый феррит с незначительным количеством перлита. По краям образца расположена зона зернистого перлита с содержанием углерода 0,3—0,4 %. Микротвердость феррита 148 кг/мм², перлита 210—232 кг/мм².

Анализ 159. Наконечник стрелы откован из чистого металла. Микро-структура игольчатая, мартенситного типа с микротвердостью 543—644 кг/мм².

Анализ 161. Булавка изготовлена из металла с большим количеством шлаковых включений. Структура металла представляет собой мелкозернистый феррит с микротвердостью 170 кг/мм².

Анализ 163. Удила изготовлены из довольно чистого металла. Основная структура представляет собой феррит с микротвердостью 192 кг/мм². Сбоку к основе приварена тонкая науглероженная пластинка с содержанием углерода 0,6 % и микротвердостью 257 кг/мм².

Анализ 164. Микроструктурный анализ ножа обнаружил на поверхности шлифа феррито-перлитную структуру с различным содержанием углерода. В центральной части содержание углерода составляет 0,2, на боковых поверхностях 0,3—0,4 %. Структура мелкодисперсная. На лезвии имеется сварной шов. Содержание углерода в наваренной части около 0,8 %. Структура перлитная. Микротвердость феррито-перлитной структуры 197—210 кг/мм², наваренной части 286 кг/мм².

¹ Довженко В. И. Отчет Каневской древнерусской экспедиции ИА АН УССР о раскопках Щучинского древнерусского городища.— ИА ИА АН УССР, 1961—65/2.

² Довженко В. И. Сторожевые города на юге Киевской Руси.— В кн.: Славяне и Русь. М., 1968, с. 37—45.

³ Толочко П. П. Киев и Киевская земля XII—XIII вв.— Киев, 1980, с. 163.

⁴ Колчин Б. А. Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого.— МИА, 1959, № 65, с. 18.

⁵ Голак В. Д., Хавлюк П. И. Технология обработки железа у зарубинецких племен Пивденного Побужжя.— Археология, 1976, 6, с. 95.

⁶ Вознесенская Г. А. Стальные ножи древнего Лубеча.— КСИА АН СССР, 1965, вып. 104, с. 149.

⁷ Колчин Б. А. Указ. соч., с. 60.

⁸ Голак В. Д. Техника кузнечного ремесла у восточных славян во второй половине I тыс. н. э. Днепро-Днестровского междуречья.— СА, 1967, № 2, с. 52.

⁹ Медведев А. Ф. Оружие Новгорода Великого.— МИА, 1959, № 65, с. 166—167.