

ДАННЫЕ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НОЖЕЙ ИМЕНЬКОВСКОЙ КУЛЬТУРЫ*

Среди материалов, обнаруженных при раскопках памятников именьковской культуры, большое место занимает кузнечная продукция. Ножи как категория кузнечных изделий наиболее удобны для выявления традиций железообработки. Во-первых, они представляют собой массовый материал; во-вторых, как показывает исследовательская практика, при изготовлении этой продукции использовалось большинство технологических схем, имевшихся в арсенале именьковских кузнецов. Эти обстоятельства повлияли на то, что именно ножи были выбраны в качестве объекта данного исследования.

Для проведения металлографического анализа были отобраны ножи из различных памятников именьковской культуры: три экземпляра из раскопок Старомайнского городища, двенадцать ножей, обнаруженных на Самарской Луке (селище Ош-Пандо-Нерь II (6 экз.), Новинковское I и V (3 экз.), Выползовское I (3 экз.)), семь - из раскопок Щербетьского I селища¹.

Кроме того, использовались результаты исследований еще 16 ножей с Щербетьского I селища и Маклашеевского II городища, которые были опубликованы П.Н. Старостиним и Л.С. Хомутовой в 1981 г. (Старостин, Хомутова, 1981, с. 208-217). Ими, в частности, было выяснено, что технология изготовления шести ножей была однотипна. Они изготовлялись из железа и малоуглеродистой стали с большим количеством шлаковых включений. Среди ножей этой технологической группы два были откованы из металлического лома. Твердость железа - 193-206 кг/мм². Целиком из стали с неравномерным содержанием и распределением углерода (от 0,1 до 0,8%) откованы четыре ножа. Два из них - из металлолома, еще четыре экземпляра откованы из высокоуглеродистой стали. Все цельностальные ножи сохранили термическую обработку - закалку. Структура закаленной стали - мелкоигольчатый мартенсит с твердостью от 420 до 824 кг/мм². На двух ножах обнаружена технологическая схема трехслойного пакета; с железными полосами по бокам и стальной - по середине, с выходом на рабочую часть с мартенситовой структурой. Твердость стали - 572, железа - 160 кг/мм².

Проведенный автором данной статьи металлографический анализ отчасти дополняет результаты, полученные Л.С. Хомутовой. Для представления новых данных ниже приводится макро- и микроструктурное описание тех экземпляров ножей, которые были обнаружены на Щербетьском I селище в Татарстане (рис. 1).

С обломка ножа №216 был взят шлиф, представляющий собой полное поперечное сечение.

Его изучение показало, что данный экземпляр был откован из металлического лома. Судя по количеству шлаковых включений и широкому сварочному шву, идущему от рабочего края к середине изделия, качество этой поковки было низким. Основные зафиксированные структуры представляли собой феррит и феррито-перлит с микротвердостью железа 151 кг/мм² и сырьевой малоуглеродистой стали 181 кг/мм². На некоторых участках поля шлифа (в середине изделия и справа от сварочного шва) располагалась зернистая структура с микротвердостью 236-264 кг/мм².

Нож №217 был откован из цельностальной заготовки хорошего качества. Закалка, выявленная при его анализе, скорее всего, была ступенчатой. Изделие подверглось сначала резкой закалке, о чем свидетельствуют участки мелкоигольчатого мартенсита, а затем - отпуску, в результате чего образовалась структура сорбита. Микротвердость изделия колебалась от 213 до 464 кг/мм².

Целиком из маоруглеродистой стали был изготовлен нож №218, о чем свидетельствует зафиксированная структура зернистого перлита с микротвердостью 235 кг/мм². Судя по немногочисленным сильно вытянутым шлаковым включениям, нож был тщательно прокован.

Технология цементации рабочего края была зафиксирована у ножа №219 (шлиф представлял собой полное сечение изделия). Основой изделия послужило железо с очень мелким размером зерна и микротвердостью 135-143 кг/мм². Микротвердость науглероженного лезвия со структурой зернистого перлита с сорбитовой ориентировкой составила 236-287 кг/мм². Хорошо был заметен переход от феррита к зернистому перлиту, характерный для технологии локальной цементации. Показания микротвердости также отражали плавность перехода (181 кг/мм²). Скорее всего, данный нож подвергся мягкой закалке.

Поскольку лезвие ножа №220 было сильно коррозированным, анализу подверглась лишь сохранившаяся спинка. Наблюдаемая картина свидетельствовала о низком качестве данного изделия. Нож был изготовлен из кричного железа, сильно загрязненного шлаковыми включениями. Кроме того, изделие было, судя по наличию участков видманштета, перегрето в процессековки. Микротвердость феррита составляла 193 кг/мм², участков случайной науглероженности - 236 кг/мм². Повышенное содержание неметаллических включений (кремний, сера) придало металлу полосчатую структуру "псевдопакета".

Из малоуглеродистой заготовки хорошего качества был изготовлен нож №221. Зафиксированная структура представляла собой зернистый перлит на фоне феррита. Микротвердость у рабочего края составила 240-242 кг/мм².

Из заготовки, состоящей из трех полос, был изготовлен нож №222. Возможно, в данном случае использовался металлический лом. Между собой были сварены железная полоса, полоса из малоуглеродистой стали и полоса с большим содержанием углерода. Последняя, выходящая на рабочую часть, при закалке приобрела зернистую структуру на некоторых участках с микротвердостью 327 кг/мм².

Изучение именковских ножей, найденных на Самарской Луке, привело к следующим результатам (рис.2).

С согнутого ножа (ан. 1, селище Ош-Пандо-Нерь II) было взято два шлифа: с рабочей части, и со спинки. В результате исследования шлифа, взятого с рабочей части, был обнаружен сварочный шов, содержащий шлаковые включения почти на всем протяжении. Травление выявило неоднородную микроструктуру - в центре феррито-перлит, по краям мелкозернистый феррит. Резкий переход между ферритовой и феррито-перлитовой зонами, теоретически мог являться сварочным швом, однако доподлинно зафиксирован он не был. Микротвердость образца составила 170 кг/мм². В структурном отношении шлиф, взятый со спинки ножа, оказался также неоднородным. Структуры мелкозернистого феррита и феррито-перлита располагались полосами, но не всегда чередовались. Границы между структурами нечеткие, за исключением участка у спинки ножа, где контраст между ферритом и феррито-перлитом хорошо заметен. Ровная граница контраста, идущая поперек поля шлифа, скорее всего, указывает на то, что данный нож был выкован из металлического лома. Кузнечным сырьем для него послужило кричное железо и малоуглеродистая сталь с низкой микротвердостью (91-170 кг/мм²). Качество сырья можно признать хорошим, однако сварка не всегда была проведена успешно.

Судя по крупным размерам шлаковых включений, расположенных у спинки, которые были вытянуты в ином направлении, нежели шлаки, находящиеся в центре изделия, нож №2 (селище Ош-Пандо-Нерь II) был изготовлен следующим образом: из заготовки сначала отковывали спинку, а затем формировали лезвие, в результате чего шлаковые включения и имели разную направленность. Сырьем послужила сырьцовая малоуглеродистая сталь со структурой феррито-перлита, имеющая микротвердость 160 кг/мм².

Нож №11 (селище Ош-Пандо-Нерь II) был откован из многослойной заготовки. Всего насчитывалось шесть слоев: четыре - из сырьцовой малоуглеродистой стали и два - из же-

леза. Вероятно, при изготовлении ножа сначала между собой были сварены две полосы из стали, в последствии переогнутые, в результате чего получилось четыре стальных слоя. Затем к стальной части ножа при помощи кузнечной сварки была приварена железная полоса, также согнутая пополам. Сварка стальной и железной частей проведена довольно качественно. Микротвердость феррито-перлита составила 206 кг/мм², феррита - 116 кг/мм².

В результате анализа ножа № 12 (селище Ош-Пандо-Нерь II) выяснилось, что на его производство был пущен металл очень хорошего качества, почти полностью освобожденный от шлака. Однако, на еще непротравленном поле шлифа, хорошо различался сварочный шов, содержащий большое количество шлаковых включений. Вероятно, кузнец должным образом не подготовил свариваемые поверхности, в результате чего качество сварки заметно ухудшилось. Выявленная при исследовании данного образца технологическая схема - трехслойный пакет. По бокам от стальной малоуглеродистой многослойной полосы располагались полосы железа. Обращает внимание строение зерен феррита в одной из железных полос: они имели вытянутую форму. Это свидетельствует о том, что завершающий этапковки проходил при пониженных температурах, из-за чего произошел наклеп металла. Не исключено, что этот прием был выбран целенаправленно. Подобным образом железу придается большая твердость. В данном изделии микротвердость железной части составила 137 кг/мм², стальной малоуглеродистой - 170-193 кг/мм².

Нож №13 (селище Ош-Пандо-Нерь II) на фоне остальных предметов этой категории выглядит не совсем типично. Он имеет широкий короткий черешок с уступами со стороны спинки и рабочего края, отделяющими его от лезвия. Острие также не совсем характерно для именковских ножей. Оно не столь закругленное, как у других экземпляров коллекции. Микроструктурное исследование данного образца показало, что он был откован из пакетованной многослойной сырьцовой стальной заготовки. Содержание углерода было небольшим, распространен он был неравномерно. Показания микротвердости феррито-перлитовой структуры составили 122-128 кг/мм². Примечательно также, что в центре изделия располагалась полоса с несколько большим содержанием углерода, которая выходила на рабочий край. Микротвердость там составила 170 кг/мм². Качество данного образца можно признать хорошим - металл практически не содержит шлаковых включений, за исключением нескольких крупных шлаков, расположенных у края шлифа.

Судя по разошедшемуся шву ножа №14 (селище Ош-Пандо-Нерь II), забитому коррозией и шлаком, кузнечная сварка была проведена на

низком уровне. В результате анализа было установлено, что этот нож был откован следующим способом: заготовка, полученная путем сварки двух полос сырцової неравномерно науглероженной стали, была переогнута по продольной оси будущего изделия и снова сварена. В результате этих операций образовалось три сварочных шва. Микротвердость ферритовых и феррито-перлитовых структур составила 116 и 135 кг/мм² соответственно.

Материалом для изготовления новинковского ножа №30 послужила сырцовая сталь. На фоне однородной микроструктуры зернистого перлита с сорбитовой ориентировкой были заметны параллельные, очень узкие продольные полосы. В литературе за подобной структурой закрепился термин "псевдопакет". Другими словами, это не сварное, а цельнокованое изделие. Микротвердость образца составила 262-383 кг/мм², причем показания ее повышались в сторону спинки ножа, что, в свою очередь, может указывать на неравномерное распределение углерода в металле.

Согнутый пополам нож с обломанным черешком из новинковской выборки (ан. 32, селище Новинки I) был откован из заготовки, в центральной части которой наблюдались три параллельных продольных сварочных шва, содержащие сильно вытянутые шлаковые включения. Поскольку, возникшая после мягкой закалки структура сорбита с микротвердостью 303 кг/мм² не распространилась далее рабочего края, можно утверждать, что термообработка носила локальный характер. Нож был изготовлен из стали. Микротвердость зернистого перлита составила 234 кг/мм².

Анализ обломка ножа (ан. 33, селище Новинки I) показал, что он был сделан из кричного железа со следами случайного науглероживания. Заготовка, судя по узким швам, оставшимся после довольно качественной кузнечной сварки, предварительно пакетовалась, возможно из лома. Показания микротвердости феррита с участками феррито-перлита составили 175-191 кг/мм².

Поскольку рабочий край сломанного ножа №9 (селище Выползово I) был сильно поврежден коррозией, исследованию подверглась в основном только спинка. Травление образца выявило две зоны с различными микроструктурами - мелкозернистым перлитом на фоне феррита и феррито-перлитом. Вдоль по четкой границе контраста структур наблюдалась цепочка узких и коротких шлаковых включений. Вероятнее всего, эти зоны разделены сварочным швом, однако доподлинно он выявлен не был. Технологическая схема данного ножа заключалась в сварке двух полос - малоуглеродистой из сырцової стали и полосы с большим содержанием углерода без последующей закалки. Микротвердость феррито-перлитовой

зоны - 137 кг/мм², зернистого перлита - 160 кг/мм².

Образец, взятый с рабочей части обломка лезвия ножа №10 (селище Выползово I), содержал довольно крупные шлаковые включения, вытянутые по направлениюковки. Травление выявило полосчатую структуру (из-за слишком узких полос едва ли можно отнести данное изделие к многослойным). По краям шлифа располагались ферритные зоны, в центре - участки мелкозернистого перлита на фоне феррита. Распределение углерода было неравномерным, причем в центре его концентрация значительно выше. Микротвердость по краям образца - 110-143 кг/мм², в центре (зона зернистого перлита) - 228-274 кг/мм². Нож был, скорее всего, откован из неравномерно науглероженного (вероятно еще в горне, при выплавке) кричного железа. Следов закалки не обнаружено.

Черешок от ножа №5 (селище Выползово I) был сделан целиком из слабо прокованного кричного железа, о чем говорит выявленная микроструктура крупнозернистого феррита с микротвердостью 150 кг/мм². Шлаковые включения имели весьма крупные размеры и округлую форму, сварочных швов обнаружено не было.

Металлографическое исследование ножей Старомайнского городища (Ульяновское Поволжье) показало, что при изготовлении двух из них использовалась кузнечная сварка (рис.1). Один нож (ан. 28) был откован по технологии трехслойного пакета со стальной многослойной полосой в центре и двумя железными по бокам. На рабочий край выходила стальная часть. У самой спинки ножа железные полосы были сварены непосредственно друг с другом. Микроструктура стальной полосы - зернистый перлит.

Другой, №145, судя по структуре сорбита, располагающейся по одному краю, был изготовлен из малоуглеродистой стальной заготовки с применением, скорее всего, локальной цементации с последующей мягкой закалкой. Нельзя, правда, исключать и возможности того, что при производстве данного ножа использовалась технология двухполосной сварки или косой наварки, но наверняка они зафиксированы не были.

Третий нож (ан. 29) был изготовлен целиком из заготовки, сырьем для которой послужила сырцовая малоуглеродистая сталь со структурой феррито-перлита. У спинки располагался участок с повышенным содержанием углерода.

Выявленные в ходе проведенного металлографического исследования данные позволяют сделать некоторые заключения о характере сырья, использовавшегося именьковскими кузнецами при изготовлении ножей, о качестве этой продукции, способах изготовления, а также о микроструктурных особенностях изученной выборки.

Что касается первого аспекта, можно отметить, что при производстве ножей достаточно

часто использовалась сталь, преимущественно малоуглеродистая или, реже - со средним содержанием углерода. Кричное железо, как правило, пускалось на изготовление ножей невысокого качества.

Иными словами, именьковские кузнецы имели хорошее представление о свойствах стали и использовали ее сознательно и целенаправленно. Причем их предпочтения в сторону именно малоуглеродистой, сравнительно мягкой стали выглядят вполне понятными – для такой категории многофункциональных бытовых орудий, как ножи, подобный баланс между прочностью и мягкостью, каким отличаются предметы, откованные из мало- или среднеуглеродистой стали, является оптимальным.

Оценивая качество исследованных ножей, следует сказать о том, что по степени освобожденности от шлаковых включений, металл сам по себе, как правило, неплохой, особенно в выборке из материалов Щербетского I селища. Однако в сварных изделиях сама сварка не всегда проведена на высоком уровне. Это во многом зависело от степени овладения профессиональными навыками конкретного мастера. Так, уровень мастерства именьковских кузнецов Самарской Луки был явно ниже, чем в Нижнем Прикамье и в Ульяновском Поволжье. Возможно, это являлось следствием периферийного положения самарских памятников.

Относительно технологии изготовления изученных ножей можно отметить, что набор выявленных схем довольно широк: 1) ковка целиком из кричного железа, 2) ковка целиком из малоуглеродистой стали, 3) сквозная цементация заготовки (в результате, как правило, получалась среднеуглеродистая сталь), 4) локальная или односторонняя цементация, 5) двухполосная сварка, 6) трехслойный пакет, 7) многослойная сварка, 8) ковка из металллолома. Представляется возможным объединить между собой последние два варианта схем, поскольку, на наш взгляд,

в них нет принципиальной разницы. К тому же в этом случае четко выделяются наиболее часто используемые при производстве ножей технологические схемы – ковка из цельностальных малоуглеродистых заготовок, и, соответственно, использование многослойной сварки и лома (как частного случая последней).

Микроструктурная особенность именьковских ножей заключается в том, что они содержали закалочные структуры, свидетельствующие о применении различных вариантов термообработки - резкой закалки, иногда с последующим отпуском, а также мягкой закалки. Не исключено, что именьковскими кузнецами был освоено и режим нормализации. На это указывают довольно часто встречаемые структуры зернистого перлита, более или менее равномерное распределение углерода.

Полученные результаты, в целом, не противоречат выводам, высказанным П.Н. Старостиним и Л.С. Хомутовой, об уровне развития железообработки у племен именьковской культуры. Действительно, общая канва кузнечной производственной традиции выглядят вполне отчетливо, хотя даже на примере исследования отдельной категории поковок можно заметить некоторые различия в способах изготовления ножей на разных памятниках именьковской культуры.

Список используемой литературы

Старостин П.Н., Хомутова Л.С., 1981. Железообработка у племен именьковской культуры // СА. №3. С.208-217.

Примечания:

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда (Проект № 06-01-26105 а/В).

¹ Автор выражает особую благодарность П.Н. Старостину и Д.А. Сташенкову за предоставленные материалы.

Таблица 1. Технологические схемы изготовления ножей именьковской культуры
1 – кричное железо; 2 – малоуглеродистая сталь; 3 – среднеуглеродистая сталь;
4 – двухполосная сварка; 5 – трехслойный пакет; 6 – локальная цементация;
7 – многослойная сварка; 8 – ковка из лома;
... * - закалка; ... w - видманштеттова структура; ...''' - "псевдопакет";
...1,2,3... - наличие элементов иных технологических схем.

1	2	3	4	5	6	7	8
ан. 220	ан. 218	ан. 217*	ан. 11 ⁷	ан. 12	ан. 219*	ан. 222* ⁸	ан. 216
w'''	ан. 221	ан. 32 ⁶	ан. 9	ан. 28	ан. 145* ⁴	ан. 13	ан. 1'''
ан. 10'''	ан. 2					ан. 14 ⁴	
ан. 5	ан. 30'''					ан. 33	
	ан. 29						

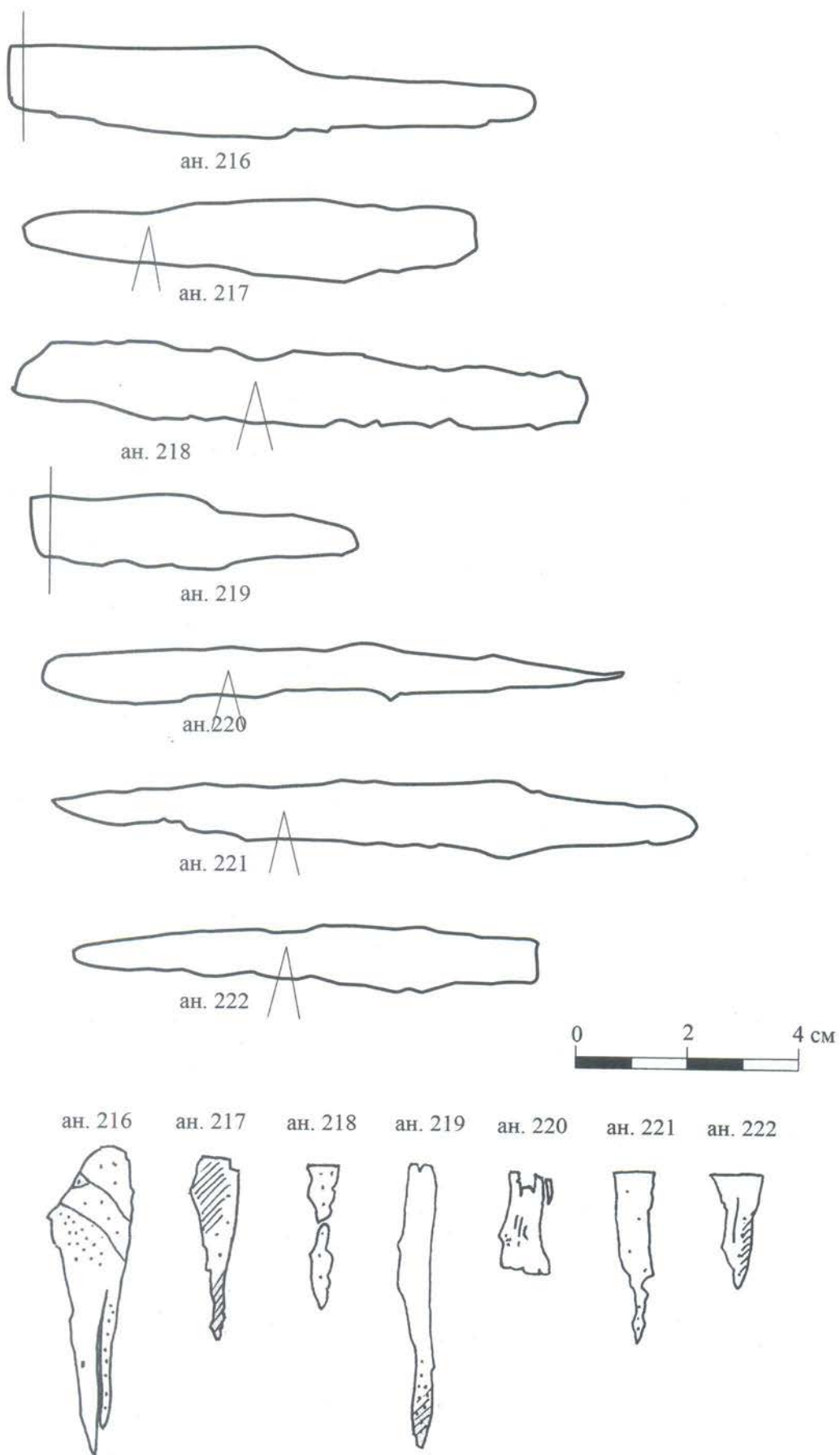


Рис.1. Кузнечные изделия изделия с именьковских памятников Самарского Поволжья

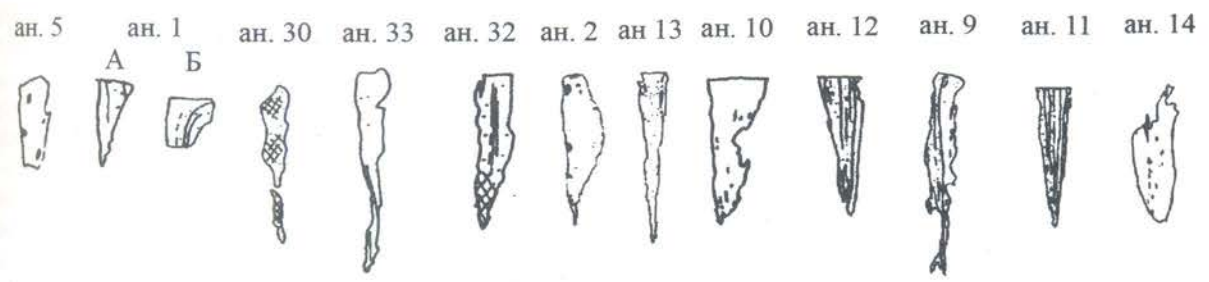
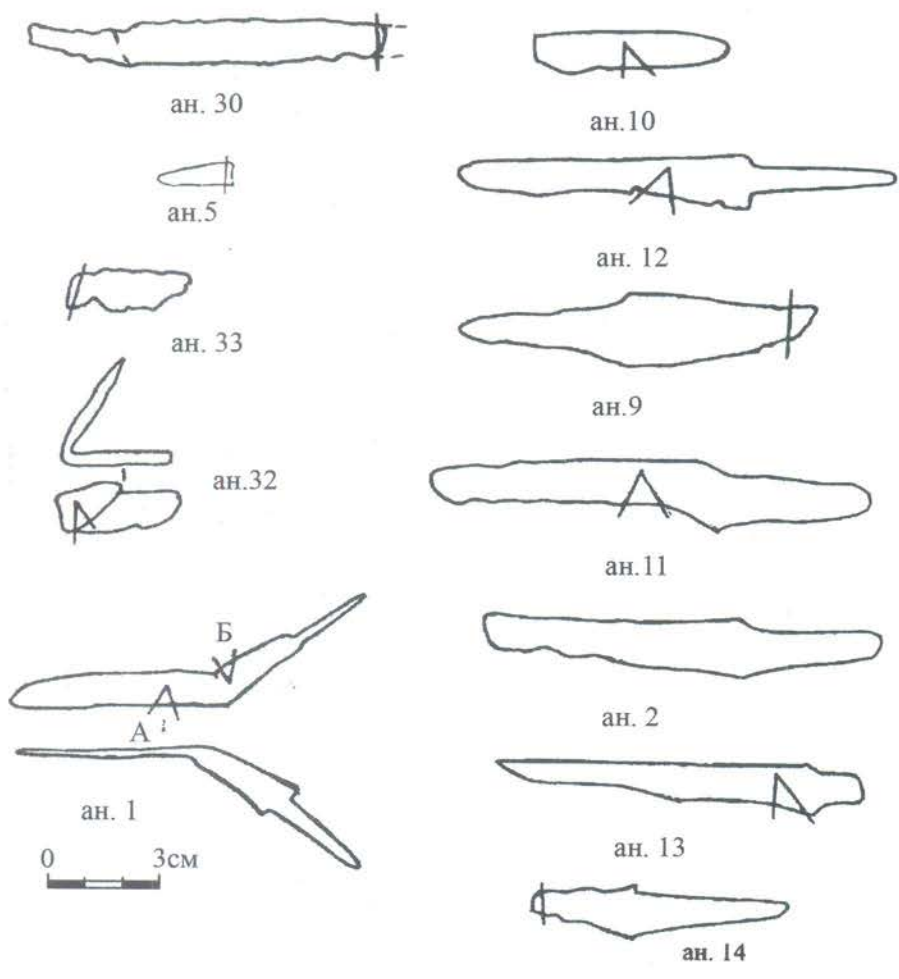


Рис.2. Ножи с именьковских селищ Самарской Луки:
 ан. 1-2, 11-14 - Ош-Пандо-Нерь II; ан. 30, 32-33 - Новинки I; ан. 5, 9, 10 - Выползово I.