

⁹² Отрощенко В. В., Болдин Я. И., Гошко Т. Ю. и др. Отчет о раскопках Запорожской экспедиции в 1981 г. // НА ИА АН УССР. — 1981/10. — С. 19; Скифос — третья четверть V ст.: Горбунова К. С. Аттические вазы группы St-Valentin // ТГЭ. — 1972. — Т. 13. — С. 70. — № 11. — Рис. 9а.

⁹³ Ключко В. И. Отчет Стеблевского отряда Черкасской экспедиции за 1983 г. // НА ИА АН УССР. — 1983/115. — С. 11, 17; обидва кургани датуються за амфорами не пізніше середини V ст.: Зеест И. Б. Керамическая тара Боспора // МИА. — 1960. — № 83. — С. 72, табл. 2, 7, 8. — С. 81; Табл. 7, 18.

⁹⁴ Мурзин В. Ю., Ролле Р., Бунятян Е. П. и др. Работы Чертомлыцкой экспедиции в 1984 г. // НА ИА АН УССР. — 1984/52. — С. 29; чорнолакова чашечка другої половини V ст.; Sparkes V. A., Talcott L. Op. cit. — P. 294. — NN 816—820.

⁹⁵ Мозолевский Б. Н., Николова А. В. Отчет о работе Чкаловского отряда Орджоникидзево́й экспедиции // НА ИА АН УССР. — 1981/6а. — С. 22; В тризні ніжка хіоської опуклогорлої амфори не пізніше третьої чверті V ст.: Рубан В. В. О хронологии раннеантичных поселений ... Рис. 9, тип. VI B; в похованні — фасоська амфора V ст.: Зеест И. Б. Керамическая тара ... — С. 80. — Табл. VI, 16 б.

⁹⁶ Кубишев А. И., Шилов Ю. А. Раскопки Софиевского отряда Херсонской экспедиции в 1972 г. // НА ИА АН УССР. — 1972/23. — С. 115; чорнолаковий глечик 420—400 рр. до н. е.: Sparkes V. A., Talcott L. Op. cit. — P. 255. — N 281.

⁹⁷ Черненко Е. В. Погребения с оружием из некрополя Нимфея // Древности Восточного Крыма. — Киев, 1970. — С. 198.

⁹⁸ Кубишев А. И., Николова А. В., Полин С. В. Скифские курганы у . Львово на Херсонщине // Древности Степной Скифии. — Киев, 1962. — С. 135, рис. 6; Полин С. В. Захоронение скифского воина-дружи́нника у с. Красный Подол на Херсонщине // Вооружение скифов и сарматов. — Киев, 1984. — С. 109; Битковский О. В., Полин С. В. Скифский курган у с. Богдановка // Скифы Северного Причерноморья. — Киев, 1986; Евдокимов Г. Л., Фридман М. М. Скифские курганы у с. Первомаевка // Там же.

В. Д. ГОПАК

Технологія ковальської справи у населення Лісостепу в VI—XIII ст. н. е.

Однією з найважливіших галузей ремесла давньоруського населення східноєвропейського Лісостепу була залізообробка.

Багаторічні масові дослідження ранньослов'янських та давньоруських залізних виробів, результати яких в більшості опубліковані¹, дають можливість простежити процес розвитку технології ковальської справи у населення Лісостепу Східної Європи протягом другої половини I та початку II тис. н. е., тобто в період виникнення та розвитку Давньоруської держави. (Хронологічні межі пам'яток та кількість досліджених з них виробів подані в табл.).

Інструменти. Археологічні матеріали показують, що вже на початку другої половини I тис. н. е. у східнослов'янських ковалів існували всі основні види ковальських інструментів, конструкція яких була настільки досконалою, що майже не змінилася до нашого часу.

Весь ковальський інструмент за призначенням можна поділити на чотири групи:

- а) для утримування нагрітої заготовки під час кування;
- б) для кування, правки та рубання металу;
- в) на якому кують метал;
- г) для вимірювання.

Інструменти *першої групи* — ковальські кліщі — досить численні. Найбільш ранніми з них є дві пари виробів з Пастирського городища (рис. 1, 1, 2)². На південнобузьких городищах Червоне (рис. 1, 3) та Сажки (колекція Вінницького державного педагогічного інституту, розкопки П. І. Хавлюка) знайдено кліщі X—XI ст. Всі вони повністю аналогічні кліщам давньоруського часу³.

Вірогідно, що ранньослов'янським та давньоруським ковалям було відоме застосування шпидиря та зажимного кільця для закріплення розжареної заготовки в кліщах, які вживалися і в значно ранній період. Зокрема, ці пристрої виявлено на кліщах римського часу у похованні коваля поблизу с. Колотинець (Польща), в Дессау (Німеччина)⁴.

Хронологічні межі пам'яток та кількість досліджених з них виробів

№№ п.п.	Пам'ятка	Кількість досліджених виробів	I тис. н. е.													II тис. н. е.											
			століття													XII	XIII										
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI														
1.	Стецівка — I	4					+	+	+	+																	
2.	Пастирське городище	30																									
3.	Оболонь	3																									
4.	Семенки	4																									
5.	Голики	3																									
6.	Зеленянка	1																									
7.	Городок	13																									
8.	Купин	1																									
9.	Бакота	4																									
10.	Горошево	2																									
11.	Підріжжя	2																									
12.	Волинцеве (селище та могильник)	10																									
13.	Курган Азак	1																									
14.	Сосниця	1																									
15.	Монастир'юк	16																									
16.	Канівське поселення	28																									
17.	Пеньківка (Луг-I, Луг-II, Макарів ост-рів)	21																									
18.	Хринівка	6																									
19.	Кальник	1																									
20.	Лука Райковецька	2																									
21.	Обухів-II	8																									
22.	Волошське	1																									
23.	Сахнівка	10																									
24.	Городище Курган	3																									
25.	Городище Воргол	4																									
26.	Сенча	1																									
27.	Червоне	22																									
28.	Сажки	53																									
29.	Глибівка	14																									
30.	Княжа гора	31																									
31.	Білгород	46																									

Часті знахідки інструментів *другої групи* (для кування, правки та рубання металу): ранньослов'янські молотки-ручники для роботи з розпеченим металом виявлено в Пастирській кузні (рис. 1, 4, 5). Конструктивно близький до них молоток, знайдений у с. Червоному (рис. 1, б). Неодноразово виявляли давньоруські молотки-ручники на Княжій горі, Дівич-горі⁵.

Знахідки ранньослов'янських та давньоруських кувалд, тобто великих молотів, якими наносився сильний удар обома руками, нам невідомі. Вага кувалд була в межах 2—12 кг⁶. Три давньоруських молотки, які Б. А. Колчин вважає кувалдами (Княжа гора, вага 1,55 кг; Колодажин, вага 1,663 кг; Житомирський могильник, довжина 130 мм⁷), очевидно, необхідно віднести до важких ручників.

Молоток закріплювався на ручці за допомогою залізного або дерев'яного клинця. Знахідки залізних клинців відомі в гніздах ранньослов'янського молотка з Пастирського городища та давньоруського — Вщиж⁸.

Крім молотків до другої групи відносяться також зубила, підсічки, пробійники, підбійники, обжимки та загладжувачі.

Звичайно ковальське зубило має голівку, по якій наносяться удари, гостре лезо та отвір в тілі для горизонтальної дерев'яної ручки. Уламок зубила трапився в кузні Пастирського городища⁹. Типові ковальські зубила відомі і серед матеріалів салтівської культури¹⁰ пізніших давньоруських пам'яток. На Райковецькому городищі знайдено

також нижнє зубило-підсїчку, яке використовувався переважно при виготовленнї цвяхів та рубання дроту¹¹.

На ранньослов'янських та давньоруських об'єктах знахідки ковальських пробійників, які конструктивно близькі до зубил, але замість рубаючого леза мають тонкий прошивник, нам невідомі. Проте типово ковальський пробійник трапився на салтівському с. Маяки¹². Це дає можливість припустити наявність їх також у слов'янських ковалів, тим паче, що в більшості випадків слов'янські і салтівські ковальські інструменти аналогічні.

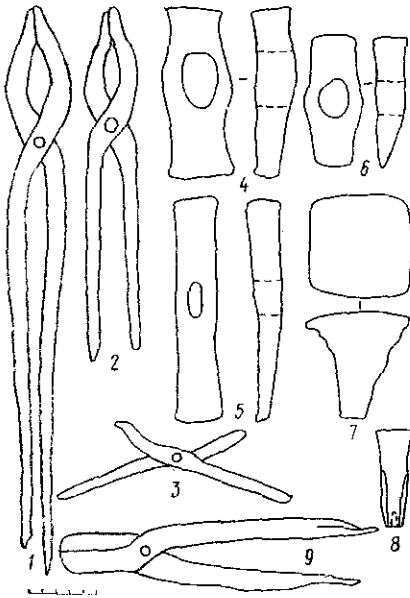


Рис. 1. Ковальський інструмент другої половини I тис. н. е.:
1, 2, 4, 5, 7, 9 — Пастирське городище,
3, 6 — Червопе, 8 — Сажки.

форму зрізаної піраміди яка своїм вузьким кінцем закріплювалася в масивному дерев'яному чурбані. Розміри робочої поверхні: 7,5×8,6 см. Форма нічим не відрізняється від давньоруських ковадел X—XII ст.

Аналогічні ковадла в давнину були досить поширені: їх виявлено на роменських пам'ятках¹³, відомі у салтівців¹⁴, в Північній Європі¹⁵ та ін.

Більш досконалі конструкції ковадел на дослідженій території починають поширюватись лише в XII—XIII ст. В цей час вже виникають одно- та дворогі ковадла. До цього часу відноситься і єдине відоме нам невеличке давньоруське коваделко-шперак з Княжої гори, яке використовувалось для фігурного кування¹⁶.

Дошки для виготовлення цвяхів у третій чверті I тис. н. е. у ранньослов'янських ковалів, мабуть, ще не існували. Їх поява, як і поява інших спеціалізованих інструментів, пов'язана з освоєнням серійного виробництва цвяхів, що викликано розвитком товарного ринку. Досліджені нами цвяхи з поселення третьої чверті I тис. н. е. поблизу с. Городка виготовлені ще без застосування таких дощок. Цвяхи, головки яких висаджені з їх допомогою, з'являються пізніше (Монастирьок, Канівське). Знахідки давньоруських дощок для виготовлення цвяхів відомі на Княжій горі¹⁷ та Бородинському городищі. На останньому виявлено однороге ковадло та дошка для протягування дроту¹⁸.

Серед інвентаря Пастирської кузні знайдені ножиці для різання жерсті, які швидше відносяться до слюсарного, ніж до ковальського інструменту (рис. 1, 9), що свідчить про виконання ранньослов'янськи-

Аналіз технології виготовлення залізних виробів вказує також на наявність інших, не знайдених досі під час розкопок, ковальських інструментів. Загладжена поверхня виробів свідчить про вживання загладжувачів, наявність опорних площин біля основ черенків у черенкових наконечників стріл — про існування обжимок. Існували також різноманітні чекани для нанесення візерунків. Наприклад, перехрестя меча з с. Сажки було прикрашене чеканкою. На цьому ж городищі трапились два чекани, або, вірніше, зворотні майстер-пуансон для фігурного оформлення кінців заклепок (рис. 1, 8)*.

До інструментів *третьої групи* відносяться ковадла, шпераки, дошки для виготовлення цвяхів.

Найраніше слов'янське ковадло походить з кузні Пастирського городища (рис. 1, 7). Воно має характерну

* Колекція Вінницького педагогічного інституту (розкопки П. І. Хавлюка).

ми ковалями як ковальських, так і слюсарних робіт. Аналогічні знахідки серед ранньослов'янських та давньоруських старожитностей нам невідомі. Проте подібні ножиці трапились на поселенні салтівської культури в м. Маяках¹⁹.

Відомостей про знахідки вимірювальних інструментів ми не маємо, хоча якісь речі: шаблони, лінійки та ін., мабуть, мали місце. Невідома і конструкція лещат, які теж, як вважає Б. О. Рибаків, повинні були існувати в тій чи іншій формі²⁰.

Сировина. Протягом VI—XIII ст. східнослов'янське населення Ліссостепу широко застосовувало як залізні, так і сталеві вироби. Останні, проте, були відомі тут починаючи з скіфської епохи²¹.

В залізі ранньослов'янських пам'яток досить часто простежується велика кількість залишків шлаку (рис. 2, 1). Значно вища якість металу у виробах X—XI ст. вказує на вдосконалення технології отримання та проковування залізної криці (рис. 2, 2). Важливо відзначити, що пізніше, в XII—XIII ст., якість проковування заліза знову погіршується. Особливо помітне збільшення залишкового шлаку в залізі другорядних виробів (рис. 2, 3, 4). Очевидно, це пояснюється збільшенням розмірів криці, яку при існуючій тоді техніці якісно прокувати було неможливо. Метал для якісних виробів піддавався додатковому проковуванню.

Не виключено також, що вказане явище відбиває прагнення давньоруських металургів в умовах постійного зростання товарного ринку і підвищення внаслідок цього значення рентабельності виробництва домогтися зниження затрат при отримуванні заліза, зокрема й за рахунок зменшення обсягу операцій проковування.

На аналогічні особливості для більш раннього часу вказував також Л. Д. Фомін, порівнюючи залізо високорозвинутого античного суспільства та Скіфії²².

Протягом VI—XIII ст. н. е. використовується переважно середньовуглецева сталь з вмістом вуглецю 0,3—0,6%. Кількісно вищий вміст вуглецю трапляється рідко.

Металогіфічні дослідження показують, що в другій половині I тис. н. е. переважно використовується цементована сталь. Її отримували шляхом нагріву суцільнозалізних заготовок в суміші деревного вугілля та інших органічних домішок (обрізки шкіри, рогу, кісткове борошно) в замазаному глиняному тиглі до t° 900—940 $^{\circ}$ C й видержували там тривалий час. Досить широке поширення цементована сталь мала і в давньоруський час (рис. 2, 5, 6). Проте велика кількість сталевих предметів виготовлена з металу, який характеризується вкрай нерівномірним розподілом вуглецю. Вірогідно, що це так звана зварочна, або горнова, не тотожна цементованій, сталь²³, яка була дуже коштовна і використовувалась економно. (Вага не перевищує 25 г. Більш вагомні суцільносталеві вироби пізніше також трапляються дуже рідко).

Протягом всього досліджуваного періоду застосування сталі та заліза диференційоване. Зокрема, серед знарядь праці VI—XI ст. сталеві становлять 49,5%, серед побутових виробів — 27,3%. Аналогічно для давньоруських пам'яток Середнього Подніпров'я — 67,6% та 21,8%. Отже, рівень диференціації поступово зростає.

Технологія: вільне кування. Протягом VI—XIII ст. техніка вільного кування заліза знаходилась на досить високому рівні. Конструкція ковальських виробів досконала, вони чітко спрофільовані, всі переходи виконані ретельно, поверхня добре заглажена.

Східнослов'янські ковалі використовували всі відомі до теперішнього часу ковальські операції (осаджування, витягування, протягування, гнуття, рубання, прошивання отвору та ін.). При цьому в ряді випадків технологія навіть за сучасними мірками досить складна. Кількість технологічних переходів при виготовленні різних виробів коливається від 3—4 до 10—12.

Досить складною, наприклад, була технологія виробництва замків, сокир, втульчастих доліт, списів, кресал та ін.

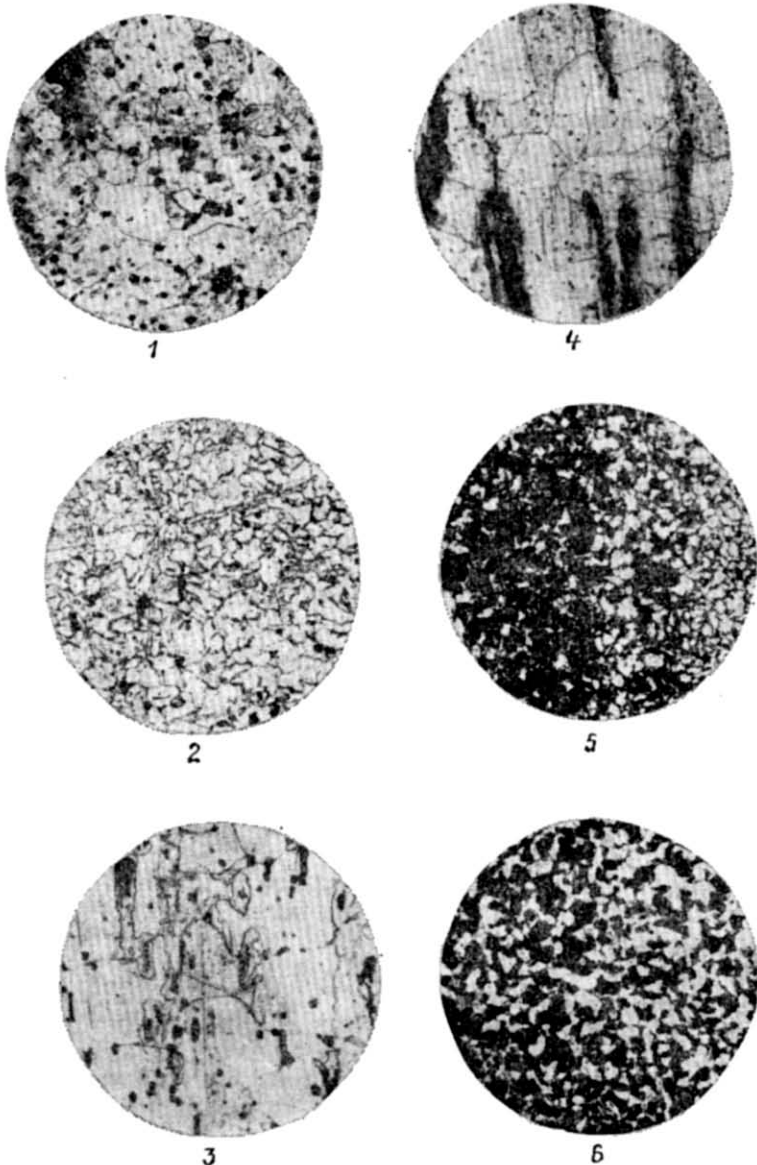


Рис. 2. Фотографії мікроструктур:

1 — Городок. Цвях VI—VIII ст. Ферит, залишки шлаку $\times 200$; 2 — Червоне. Наконечник стріли X ст. Ферит, залишки шлаку $\times 200$; 3 — Княжа гора. Лопата XI—XII ст. Ферит, залишки шлаку $\times 200$; 4 — Білгород. Лопата XII—XIII ст. Ферит, залишки шлаку $\times 200$; 5 — Городок. Ніж VI—VIII ст. Ферит, перліт. Помітна нерівномірність розподілу вуглецю в сталі $\times 120$; 6 — Червоне. Ніж X ст. Ферит, перліт $\times 115$;

Неабияка майстерність потрібна була для виготовлення кольчуг. Наприклад, шматок дослідженої нами ранньослов'янської кольчужної тканини з Волинцівського могильника аналогічний виробам давньоруських майстрів — кольчужників.

Особливо високого рівня мистецтво ковальської справи в містах Середнього Подніпров'я досягло в давньоруський час. Тут знайдено, зокрема, позолочені або прикрашені мідною чеканкою остроги та інші речі²⁴.

Незначна кількість нетермооброблених сталевих виробів з мікроструктурами перегріву, як і дрібнозернистість структур залізних виробів, свідчить про доцільне в більшості випадків витримування температурного інтервалу нагріву металу під кування, який міг контролюва-

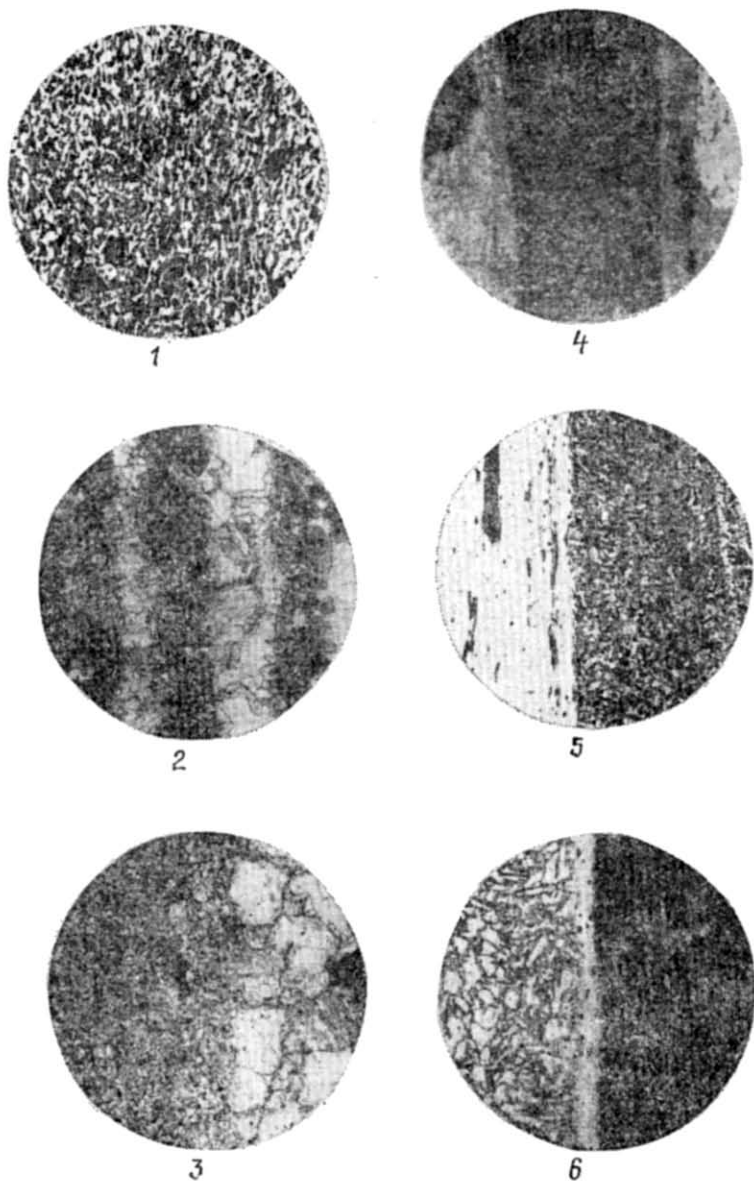


Рис. 3. Фотографії мікроструктур:

1 — Княжа гора, Рибацький гачок XI—XII ст. Ферит, перліт. Помітна деформація зерен викликана куванням сталі без достатнього нагріву $\times 70$; 2 — Пеньківка. Ніж VII—IX ст. «Пакет» $\times 200$; 3 — Білгород. Підкова XII—XIII ст. Ферит $\times 120$. Видно зони з різною зернистістю, але зварювання немає; 4 — Воргол. Ніж IX—X ст. Тришарове зварне лезо. Посередині — сталь $\times 115$; 5 — Бакота. Сокира X—XIII ст. Зона зварювання $\times 70$; 6 — Білгород. Зубило IX—XIII ст. Зона зварювання $\times 120$.

тися лише за кольорами гарту. Проте зустрічаються й предмети, які свідчать про перегрів або навіть про кування предмету в холодному стані (рис. 3, 1).

Ковальське зварювання. Протягом VI—XIII ст. інтенсивно поширювалось на дослідженій території. Серед досліджених нами 54 різноманітних груп виробів 17, або 31,5%, виконано зварюванням.

Взагалі треба відрізнити два види ковальського зварювання — технологічне, яке забезпечує з'єднання тих чи інших конструктивних елементів виробу, наприклад зварювання втулки сокири, та функціональне, що забезпечує підвищення експлуатаційних якостей зняття, наприклад наварювання сталевих лез на ніж.

Привертає увагу функціональне зварювання, яке в давнину найчастіше використовувалось. Серед досліджуваних нами різноманітних груп знарядь праці VI—XIII ст. таким способом було зварено 33,3% виробів. Зокрема, для VI—IX ст. цей показник становить 23,8%, для IX—XIII ст. (за винятком пам'яток Південного Побужжя та Подністров'я, де таких виробів майже немає) — 66,5%.

Виділено п'ять видів функціонального зварювання: виготовлення так званого «пакетного» металу, отримання тришарових та двошарових лез різального інструменту, наварювання сталевих лез на залізну основу, наварювання залізних штаб на робочу частину залізного знаряддя. «Пакетний» метал — це заготовка, зварена з вузьких штабок заліза та сталі, або згорнутої «пакетом» цементованої залізної стрічки (рис. 3, 2). Значно рідше «пакетувалися» вузькі штабки крицевого заліза. Не виключене також застосування «пакету» як системи попередньої підготовки напівфабрикату. «Пакетні» вироби на досліджуваній території вперше з'являються в скіфській час²⁵, пізніше існують у зарубинецьких²⁶ та черняхівських²⁷ племен.

При визначенні «пакетного» металу потрібна велика обережність. За «пакет» часто можна прийняти смугастість або стрічковість мікроструктури, яка інколи виникає під час проковування кричної сталі з нерівномірним розподілом вуглецю та природних легуючих домішок. На відміну від подібних мікроструктур «пакетний» метал має ряд особливостей. Для нього характерні різкі межі між відносно широкими мікроструктурними зонами заліза і сталі, які не можуть бути наслідком смугастості. Часто простежуються світлі смуги зварних швів та ланцюжки включень залишків флюсу на межах зон.

При однорідності металу вироба, наприклад заліза, говорити про наявність зварювання можна лише при наявності зварних швів, які розділяють зони по всій довжині мікрошліфа. Справа в тому, що безладні залишки зварювання, які інколи простежуються на мікрошліфі, можуть бути слідами зварювання порожнин в криці під час її попереднього проковування.

Різкозернистість зон (рис. 3, 3), як правило, критерієм зварювання бути не може. Це явище часто виникає внаслідок нерівномірної деформації та хімічної неоднорідності крицевого заліза.

Протягом другої половини I тис. н. е. переважало «пакетне» зварювання. Досить відзначити, що серед досліджених зварних ранньослов'янських виробів 81,5% виявилися «пакетними», а в давньоруському матеріалі — лише один ніж з Білгороду, та й він, мабуть, відноситься до раннього періоду. Причиною такого довгочасного існування «пакету», на нашу думку, є: по-перше, складність отримання у давнину масивної сталевий заготовки, по-друге — досить високі робочі якості виробів, виготовлених з «пакетного» металу.

В кінці I тис. н. е., в зв'язку із збільшенням обсягу виробництва сталі та відносною складністю і трудомісткістю отримання «пакетних» виробів, цей метод витісняється інтенсивним поширенням менш трудомістких, три- та двошарових технологічних схем, які є безпосередніми спадкоємцями «пакету» (рис. 3, 4). Вони відрізняються від нього зменшенням кількості та збільшенням розмірів вихідних штабок металу, що полегшувало зварювання та дозволяло отримати сталеву ріжучу кромку леза.

Пізніше, в XII—XIII ст., еволюція в спрощенні та здешевленні продукції приводить до масового застосування технології простого наварювання сталевий робочий частини на залізну основу (рис. 3, 5, 6). Наварювання залізних штаб на робочу частину знаряддя з метою її посилення частіше всього зустрічається у наральників²⁸.

Загальновідомо, що із збільшенням вмісту вуглецю в сталі зварюваність металу погіршується. Добре зварюється лише маловуглецева сталь з вмістом вуглецю до 0,35%. Проте досить часті зварні предмети, сталеві зони яких містять 0,4—0,5% і навіть більше вуглецю. Це явище

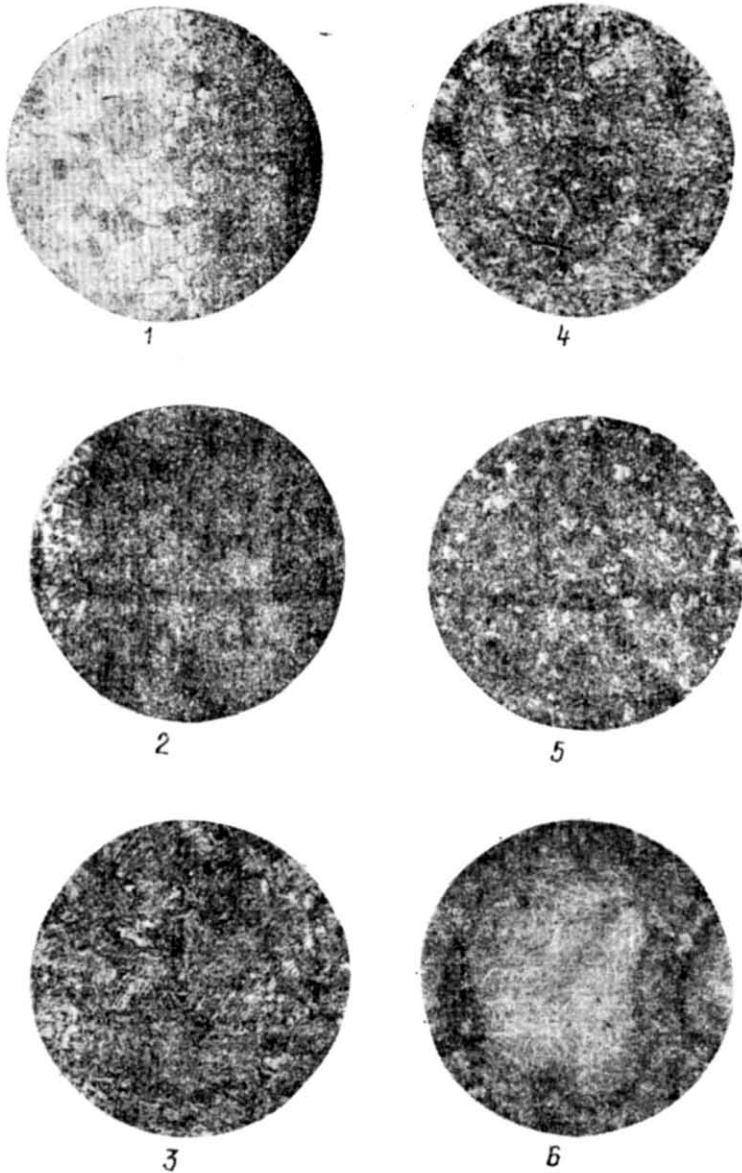


Рис. 4. Фотографії мікроструктур:

1 — Пеньківка. Ніж VIII—IX ст. Залишки цементації $\times 70$; 2 — Сажки. Ніж X—XI ст. Цементацийний шар. Чітко виділяються доевтектоїдна, евтектоїдна та заевтектоїдна зони. В останній помітно цементичну сітку $\times 115$; 3 — Канівське поселення. Ніж VII—IX ст. Мартенсит $\times 340$; 4 — Червоне. Ніж X ст. Мартенсит $\times 450$; 5 — Сажки. Сокира X—XI ст. Троостит гартування $\times 450$; 6 — Пастирське. Наральник VII—VIII ст. великогочастий мартенсит (перегрів при гартуванні) $\times 70$.

можна пояснити лише тим, що під час високотемпературного нагріву металу під зварювання вуглець з поверхневих шарів сталевий заготовки вигорав, внаслідок чого вміст його в зоні зварювання різко знижувався. Температура нагріву металу під час зварювання повинна бути на $100\text{--}150^\circ\text{C}$ вища, ніж температура кування, та наблизитися до температури його плавлення. Для запобігання перепалу металу та шлакування окалини потрібний зварювальний флюс. Висока якість досліджених зварних з'єднань свідчить про його використання. Вірогідно, флюс був звичайним чистим річковим піском.

Цементация. Глибока цементация готових залізних виробів використовувалася рідко. З досліджених 346 предметів залишки цемента-

ції зберегли лише 19, або 5,5% (рис. 4, 1, 2). При цьому на давньоруських пам'ятках Середнього Подніпров'я вони не траплялись, а серед виробів VI—IX ст. становлять лише 7,2%. Найвищий показник мають матеріали з Південнобузьких та Придніпровських городищ IX—XI ст. — 9,3%. Незначне поширення цементованих виробів пояснюється коротким строком їх експлуатації внаслідок швидкого сточування цементованого шару. Водночас цементация досить широко застосовувалась у виробництві сталі.

Крім того, існував, очевидно, прискорений метод неглибокої цементации, описаний Теофілієм²⁹. Подібні методи відомі і тепер. Вони полягають в посипанні або обмазуванні нагрітого виробу спеціальними присипками або пастами з наступним гартуванням виробу у воді. При цьому виникає неглибокий (до 0,2 мм), але дуже твердий шар³⁰.

Цілком вірогідно, що частина залізних виробів, особливо тих, які не підлягають переточуванню, зміцнювалися цим методом. Зокрема, відносно залізних наконечників стріл, на поверхні яких досить часто зустрічаються залишки неглибокого науглецювання, а інколи й ділянки термообробленої структури. Отже, «гартовані стріли» в «Слові о полку Ігоревім» та інших давньоруських джерелах одержують своє природне пояснення.

Термічна обробка сталевих виробів, головним чином знарядь праці, була також досить поширена. Серед сталевих знарядь праці термічно оброблені становлять: для VI—VII ст. — 59%; для VIII—IX ст. — 62%; для городищ Південного Побужжя та Подністров'я — 68%; для давньоруських пам'яток Середнього Подністров'я — 72%. В наведених дослідженнях Б. А. Колчина цей показник ще вищий і досягає 89—91%³¹.

Практично використовувалися чотири прийоми термічної обробки: гартування на мартенсит шляхом повного охолодження в холодній воді цілком нагрітого виробу (рис. 4, 3, 4);

місцеве гартування на мартенсит, при якому в воді охолоджувалась лише робоча частина цілком нагрітого виробу або проводився лише її нагрів;

місцеве гартування з самовідпуском, під час якого нагрітий виріб лише частково охолоджувався в воді, після чого залишки тепла в металі виробу проводили відпуск загартованої частини;

відпуск загартованих на мартенсит виробів, який складався з їх додаткового нагріву після гартування до температури не вище 700 °С з метою зниження їх твердості та крихкості.

М'яке гартування, тобто гартування в середовищах, які забезпечують невелику швидкість охолодження розжареного предмету (рослинна олія, тваринний жир тощо), можна припустити лише для трьох досліджених предметів — шила з городища Червоне, втулкового наконечника стріли та сокири з городища Сажки (рис. 4, 5). Цікаво, що Б. А. Колчин визначив мікроструктури трооститу та сорбіту гартування лише 11 предметів з 174³².

Отже, говорити про значне поширення м'якого гартування як в ранньослов'янський період, так і за часів Давньої Русі, на нашу думку, неможливо.

Застосування струменистого гартування для серпа з Сажок визначено лише раз³³. Вірогідно, це таємний метод одного коваля, який не набув дальшого розвитку.

Аналіз результатів досліджень показує, що в другій половині I тис. н. е. найбільше поширення мало звичайне гартування на мартенсит: для VI—VII ст. — 54%; для VIII—IX ст. — відповідно 50% від їх загальної кількості (за винятком тих, у яких характер термообробки виявити не вдалося). Пізніше застосування цього найбільш простого методу термообробки знижується до 37% на Південнобузьких та Придніпровських пам'ятках IX—XI ст. та до 26% серед давньоруських виробів Середнього Подніпров'я. На останніх часто гартувалися на

мартенсит зварні знаряддя, в яких залізні шари забезпечували їм достатню гнучкість.

Місцева термообробка, яка дозволяла поєднувати в одному виробі твердість загартованих та пластичність нетермооброблених шарів, частіше трапляється в IX—XI ст. на Південному Побужжі та Подністрів'ї. Мікроструктура виробів та графіки розподілу мікротвердості³⁴ дозволяють стверджувати, що в більшості випадків під час місцевої термообробки проводився загальний нагрів предмету з наступним охолодженням в воді робочої зони.

Відпуск загартованих виробів починає широко застосовуватися лише в кінці I—на початку II тис. н. е. Якщо серед термооброблених виробів VI—IX ст. проведення відпуску можна припустити для 19% їх кількості, то для давньоруського часу цей показник становить вже 52,5%.

Дрібногочастість термооброблених структур та наявність у деяких з них зерен фериту свідчить про те, що температура нагріву під гартування знаходилася близько точки A_{c3} діаграми залізо-вуглець або дещо її перевищувала.

Контроль температури нагріву в давнину міг вестися лише за кольорами гарту (тобто кольором розпеченого металу), який змінюється від коричневого до білого залежно від температури нагріву. Найбільш близькими до точки A_{c3} кольорами гарту для середньовуглецевої сталі, з якою в більшості випадків мали справу ковалі досліджуваного періоду, є світло-вишневий та червоний (780—900 °C). Отже, в цих межах частіше всього і проводився нагрів. Однак зустрічаються окремі предмети з високою голчастістю термообробленої мікроструктури (рис. 4, б), яка свідчить про завищення температурного інтервалу.

Температура відпуску контролювалася при невисокому нагріві за зміною кольорів металу. При більш високих температурах нагріву — знову ж таки за кольорами гарту.

Таким чином, одержані результати дають можливість зробити слідуючі висновки:

1. На початку другої половини I тис. н. е. ранньослов'янські ковалі Лісостепу Східної Європи мали всі основні види ковальських інструментів, конструкція яких була вже настільки досконалою, що майже без змін застосовується в наш час.

2. Протягом VI—XIII ст. ковалі широко використовували залізо і сталь. В другій половині I тис. н. е. переважно вживалася цементована сталь, в давньоруський час досить значне поширення набула зварна або горнова сталь. Залізо і сталь використовувались диференційовано. Ступінь диференціації поступово зростав.

3. Ковалі досліджуваного періоду вільно володіли всіма основними прийомами вільного кування, зварювання і термічної обробки металу. Простежується поступовий розвиток ковальської технології, що набуває найвищого рівня в XI—XIII ст. на давньоруських пам'ятках Середнього Подніпров'я.

4. Поширені раніше виробы з «пакетного» металу в кінці I тис. н. е. замінилися в Середньому Подніпров'ї три- та двошаровими схемами, а пізніше — XII—XIII ст. — наварюванням сталевого леза на залізну основу. Це явище було викликано прагненням ковалів до здешевлення ковальської продукції разом із збільшенням обсягу виробництва та відносним зниженням вартості сталі. На Південному Побужжі та Подністрів'ї до XI ст. н. е. ковальське зварювання заліза і сталі застосовувалось рідко.

Отже, ми повинні констатувати досить високий рівень місцевої ковальської справи як в ранньослов'янській, так і в давньоруській часи, незаперечну спільність ранньослов'янської і давньоруської залізообробки та її поступове удосконалення.

Технология кузнечного дела у населения Лесостепи в VI—XIII вв. н. э.

Резюме

В статье на основании массовых металлографических анализов раннеславянских и древнерусских железных изделий рассмотрены основные аспекты развития кузнечного ремесла исследуемой территории.

Прослеживается динамика роста дифференциации использования древними кузнецами железа и стали, совершенствование кузнечного инструмента, развитие техники свободнойковки, сварки, цементации и термической обработки. Исследованы применяемые технологические схемы изделий, отмечены локальные технологические особенности кузнечной продукции отдельных регионов.

Результаты исследований показали высокий для своего времени уровень местного кузнечного ремесла как в раннеславянский, так и древнерусский периоды.

- ¹ Гопак В. Д. Технологія обробки заліза уличами в X—XI ст. // Археологія. — 1973. — № 9. — С. 99—100; Гопак В. Д., Хавлюк П. І. Про технологію обробки заліза в уличів // Там же. — № 12. — С. 33—41; Мезенцева Г. Г., Гопак В. Д. Залізні вироби стародавнього Белгорода // Там же. — № 14. — С. 73—81; Гопак В. Д. Ковальська справа у ранніх слов'ян в Середньому Подніпров'ї // Там же. — № 17. — С. 15—22; Гопак В. Д. Техника кузнечного ремесла у восточных славян во второй половине I тыс. н. э. // СА. — 1976. — № 2. — С. 46—56.
- ² Смиленко А. Т. Кузница на Пастырском городище // КСИА АН УССР. — 1960. — Вып. 9. — С. 99—103.
- ³ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси // МИА. — 1953. — № 32. — С. 61—63.
- ⁴ Pleiner R. Staré Evropské Kovářství. — Praha, 1962. — S. 112, ab 17, 2, 4.
- ⁵ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка... — С. 59—60.
- ⁶ Кувакин Д. А. Руководство для подготовки колхозного кузнеца. — М., 1959. — С. 87.
- ⁷ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка... — С. 211.
- ⁸ Там же. — С. 59.
- ⁹ Смиленко А. Т. Кузница на Пастырском городище. — С. 102.
- ¹⁰ Михеев В. К. До питання про ремісниче виробництво салтівської культури // ВХУ. — 1966. — № 17. — С. 93, рис. 2, 4. — С. 95.
- ¹¹ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка... — С. 63—65.
- ¹² Михеев В. К. До питання про ремісниче ... — С. 97, рис. 4, 6.
- ¹³ Шрамко Б. А. Древности Северного Донца. — Харьков, 1962. — С. 304, рис. 120, 13.
- ¹⁴ Михеев В. К. До питання про ремісниче виробництво салтівської культури. — С. 93—94.
- ¹⁵ Pleiner R. Staré Evropské Kovářství ... — S. 117, ab 21, 13.
- ¹⁶ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка... — С. 57—59.
- ¹⁷ Там же. — С. 65, 66.
- ¹⁸ Седов В. В. Сельские поселения центральных районов Смоленской земли // МИА. — 1960. — № 92. — С. 109, рис. 54, 1, 7, 10.
- ¹⁹ Михеев В. К. До питання про ремісниче виробництво... — С. 93, рис. 2, 6; С. 95.
- ²⁰ Рыбаков Б. А. Ремесло Древней Руси. — М., 1948. — С. 215—216.
- ²¹ Шрамко Б. А., Солнцев Л. А., Фокин Л. Д. Техника обработки железа в лесостепной и степной Скифии // СА. — 1963. — № 4. — С. 53.
- ²² Фокин Л. Д. Техника обробки заліза в Ольвії і Тірі // Археологія. — 1974. — № 13. — С. 30.
- ²³ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка... — С. 51—52.
- ²⁴ Мезенцева Г. Г., Гопак В. Д. Залізні вироби... — С. 79.
- ²⁵ Шрамко Б. А., Солнцев Л. А., Фокин Л. Д. Техника обработки... — С. 39, рис. 2; С. 40.
- ²⁶ Гопак В. Д., Хавлюк П. І. Технологія обробки заліза у зарубинецьких племен Південного Побужжя // Археологія. — 1972. — № 6. — С. 93, рис. 2; С. 94.
- ²⁷ Вознесенская Г. А. Металлообрабатывающее производство у лесостепных племен Восточной Европы в первой половине I тыс. н. э.: Автореф. дис. ... канд. ист. наук. — М., 1971. — С. 10.
- ²⁸ Ляпушкин И. И. Городище Новотроицкое // МИА. — 1958. — № 74. — С. 15.
- ²⁹ Корневский Э. К истории инструмента. История техники. — Одесса, 1939. — С. 122.
- ³⁰ Кувакин Д. А. Руководство для подготовки колхозного кузнеца ... — С. 121—123.
- ³¹ Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка ... — С. 186, табл. 9.
- ³² Там же. — С. 172.
- ³³ Гопак В. Д., Хавлюк П. І. Про технологію обробки... — С. 36—38.
- ³⁴ Там же. — С. 40, табл. 4.