

До історії стародавнього виробництва

Т.Ю. Гошко

МЕТАЛ ДОБИ ПІЗНЬОЇ БРОНЗИ ІЗ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО КРАЄЗНАВЧОГО МУЗЕЮ



У статті подано висновки технологічного вивчення двох невеликих колекцій бронзових виробів культур Ноа і висоцької із фондів Тернопільського музею. До сьогодні такі дослідження майже не проводилися.

До колекції увійшли переважно прикраси, а також предмети побуту — ніж-бритва, проколка та бритва. Беручи до уваги характерні технологічні особливості бронзових предметів для кожної пам'ятки і близький хімічний склад металу виробів, зроблено висновок про місцеве виробництво всіх виробів.

У фондах Тернопільського краєзнавчого музею зберігаються дві невеликі колекції бронзових виробів із розкопок поселення пізньобронзового періоду культури Ноа (Воля-IV) Теревовлянського р-ну Тернопільської обл. та з культурного шару ґрунтового могильника ранньовисоцької культури Петриків Тернопільського р-ну Тернопільської обл.

Об'єднання цих різнокультурних пам'яток зумовлене кількома причинами, основними з яких є їх близьке географічне розташування та приблизно однаковий час існування: Воля-IV—XIII—XI ст. до н. е. (Ситник 1990, с. 55), Петриків — не пізніше XII—XI ст. до н. е. (Бандрівський 2002, с. 199).

До цього часу у вивченні металу висоцької культури природничі методи не застосовували. Спектральний аналіз металу культури Ноа здійснив Є.М. Черних (Черных 1976, с. 45—47). Технологічне дослідження колекції із Острівця провела Н.В. Риндіна, результати якого й досі не опубліковано (Балагурі 1964).

У розпорядженні автора було кілька виробів із Волі-IV: уламки прикрас — два фрагменти шпильок, дротяний завиток, застібка-гачок до одягу та фрагмент браслета, а також фрагментована проколка й уламок ножа-бритви.

Також було досліджено метал із Петрикова: три фрагменти браслетів, уламок голки від фібули (?), завиток і фрагмент завитка, шило, бритва, а також сувій дроту. Спектральний та рентгеноспектральний аналізи усіх виробів було виконано в Інституті геохімії, мінералогії та

© Т.Ю. ГОШКО, 2006

рудоутворення НАН України, а металографічний — у лабораторії фізико-природничих методів ІА НАН України.

За результатами спектрального аналізу (див. таблицю) вироби з обох колекцій виготовлені з олов'янистої бронзи, що не містить арсену. Отже, можна припускати, що метал постачали з близьких рудних джерел. Аналогічну бронзу зафіксовано на території сучасної Угорщини, де розташовані міднорудні бази, що належать до Карпатської гірської системи (Schubert, Schubert 1967, табл.).

Порівняльний спектральний аналіз металу з Волі-IV і Острівця (Черных 1976, с. 274, табл. 12) виявив суттєві відмінності між ними. Отже, в межах однієї культури бронза може мати різний склад.

Охарактеризуємо структури металу з різних пам'яток.

Воля-IV

Аналіз (надалі — ан.) **82***. Уламок ножа-бритви завдовжки 7,8 см, овальний у перерізі (рис. 1, 1). Шліф зроблено на поперечному повному перерізі виробу. До травління помітні численні дрібні та великі газові пори.

Корозія поширюється на межах дендритів. Метал містить значну кількість вкраплень Cu_2O , одне з яких досить великих розмірів, помітно витягнуте вздовж шліфа, інші мають округлі форми (рис. 2, 1). Після травління відкрилася дрібнодендритна структура (рис. 2, 3). У міждендритних проміжках простежуються дрібні поліедричні зерна. З одного боку зразка їх більше і при великому збільшенні можна побачити незначну кількість двійників усередині поліедрів. Дендритна структура з цього боку стає менш чіткою. Мікротвердість металу на

* Міститься в експозиції музею, шифр ТКМ кв XII530/А – III472.

лезі — 129 кг/мм²; у центрі — 82,7; на спинці — 115,3 кг/мм². Розмір зерна на лезі 0,010 мм, у центрі — 0,025, на спинці — 0,015—0,025 мм (рис. 2, 2).

Висновок. Форма ножа-бритви і його мікроструктурне вивчення дають змогу зробити висновок, що виріб було відлито в однібічній теплопровідній формі (можливо, кам'яній), після чого всю поверхню піддано незначному проковуванню. На робочий край припадає найбільша деформація, яка помітно зменшується на ділянках, віддалених від леза, що засвідчує вибіркова рекристалізація і рештки первинної відлитої структури. Не викликає сумніву зміцнювальний характер деформації леза (зменшення твердості у напрямку спинки). Кування проводили з метою видалення ливарного браку та зміцнення робочого краю.

Ан. 92. Заокруглений на кінці фрагмент пластинчатого браслета з двома поздовжніми канелюрами на поверхні завширшки 1,2 см, завтовшки — 0,2 см (рис. 1, 2). Шліф зроблено на поперечному перерізі виробу. До травління зафіксовано корозію, що поширюється на межах дендритів.

Після травління відкрилася відлита дрібнодендритна структура. Слідів ковальської доробки не спостережено. Мікротвердість металу — 132,4 кг/мм².

Висновок. Браслет відлито у двобічній теплопровідній формі (дрібні розміри дендритів). Про двобічну роз'ємну форму свідчить майже оваль-

ний переріз виробу із невеликим загостренням на вершинах овалу, тобто у місцях стику двох стулок форми. Плавний загин браслета вказує на нагрівання відлитої заготовки перед її згинанням, що відбилося на мікроструктурі металу через його нетривалість та температуру, що не перевищувала 600 °С.

Ан. 93. Квадратний у перерізі, на кінці загострений фрагмент шпильки чи гачка (?) завдовжки 3,8 см, завтовшки 0,3 см. Різна товщина на вістрі та трохи далі від нього пояснюється обсіпанням оксидів на згині виробу (рис. 1, 3). Шліф зроблено на поздовжньому перерізі вістря. До травління на краях шліфа спостерігаються сіро-голубі безформні глобулі; у центрі — велика газова пора і кілька дрібніших. Евтектоїдна фаза відсутня.

Шліф полірували і піддавали травлінню міді хлоридом і хромпіком кілька разів. У результаті виявлено два види мікроструктур, одна з яких поліедрична без залишків відлитої структури. Розмір зерна — 0,035—0,045 мм. Мікротвердість металу — 133,5 кг/мм² (рис. 2, 4).

Після повторного полірування і травління хлорною міддю з'явилися дуже витягнуті куванням дендрити, які простежувалися і після травління хромпіком, але вже на фоні рекристалізованих поліедричних зерен із великою кількістю двійників усередині.

Висновок. Попередньо відлиту заготовку кували швидше за все у холодному стані (форма дендритів) із відпалюванням за невисокої тем-

Результати спектральних аналізів

Но- мер ана- лізу	Ni	V	Zn	Ag	Bi	Al	Co	Sb	Sn	As	Mn	Pb	Mo	Ca	Ti	Na	P
Воля-IV																	
92	0,02	0,01	0,03	~0,1	0,01	> 3	0,001	~0,1	> 3	—	0,1	0,1	—	~1	0,4	0,4	
93	0,576	0,006	0,03	0,066	0,2	0,065	—	0,701	2,950	—	0,03	0,2	—	> 1	0,2	0,8	0,013
94	0,005	0,006	0,03	> 1	~1	~3	—	> 1	> 3	—	0,03	~1	—	> 1	0,1	0,8	
95	0,430	0,01	0,02	0,030	0,06	—	0,002	0,432	3,481	—	0,06	0,3	—	0,8	0,3	0,8	—
96	0,1	0,06	0,02		0,06	>> 3	0,001		> 3	—	> 1	0,2	0,0002	> 1	~1	0,7	
Петриків																	
84	0,1	0,002	0,04	> 1	0,006	1	0,002	0,06	> 3	—	0,01	0,1	0,0001	0,2	0,3	0,4	
85	0,348	0,005	0,07	0,455	0,06	0,111	0,003	1,244	4,558	—	0,05	> 1	0,0001	—	0,5	—	—
86	0,445	0,008	0,04	0,698	0,06	—	0,001	2,695	2,970	—	0,03	0,07	0,0001	0,3	0,4	—	—
87	—	0,003	0,07	—	0,06	0,060	0,001	0,005	10,612	—	0,05	0,1	0,0001	0,013	0,3	0,2	—
88	0,08	0,003	0,04	>> 1	0,08	~1	0,001	~1	~3	—	0,05	0,1	0,0001	0,2	0,3	0,2	
89	0,01	0,005	0,08	~1	0,003	0,3	0,004	0,5	~3	—	0,05	0,003	0,0003	0,3	0,3	0,4	
90	0,492	0,01	—	>> 1	0,08	0,052	0,004	0,910	6,632	—	0,03	0,1	0,0001	—	0,4	—	0,056
91	0,566	0,002	0,1	0,593	0,08	0,102	0,003	1,88	1,611	—	0,03	0,1	0,0001	0,003	0,4	—	—
82	0,444	0,005	—	0,957	0,1	0,027	0,001	3,279	4,024	—	0,03	0,2	0,0001	0,006	0,3	0,8	0,012

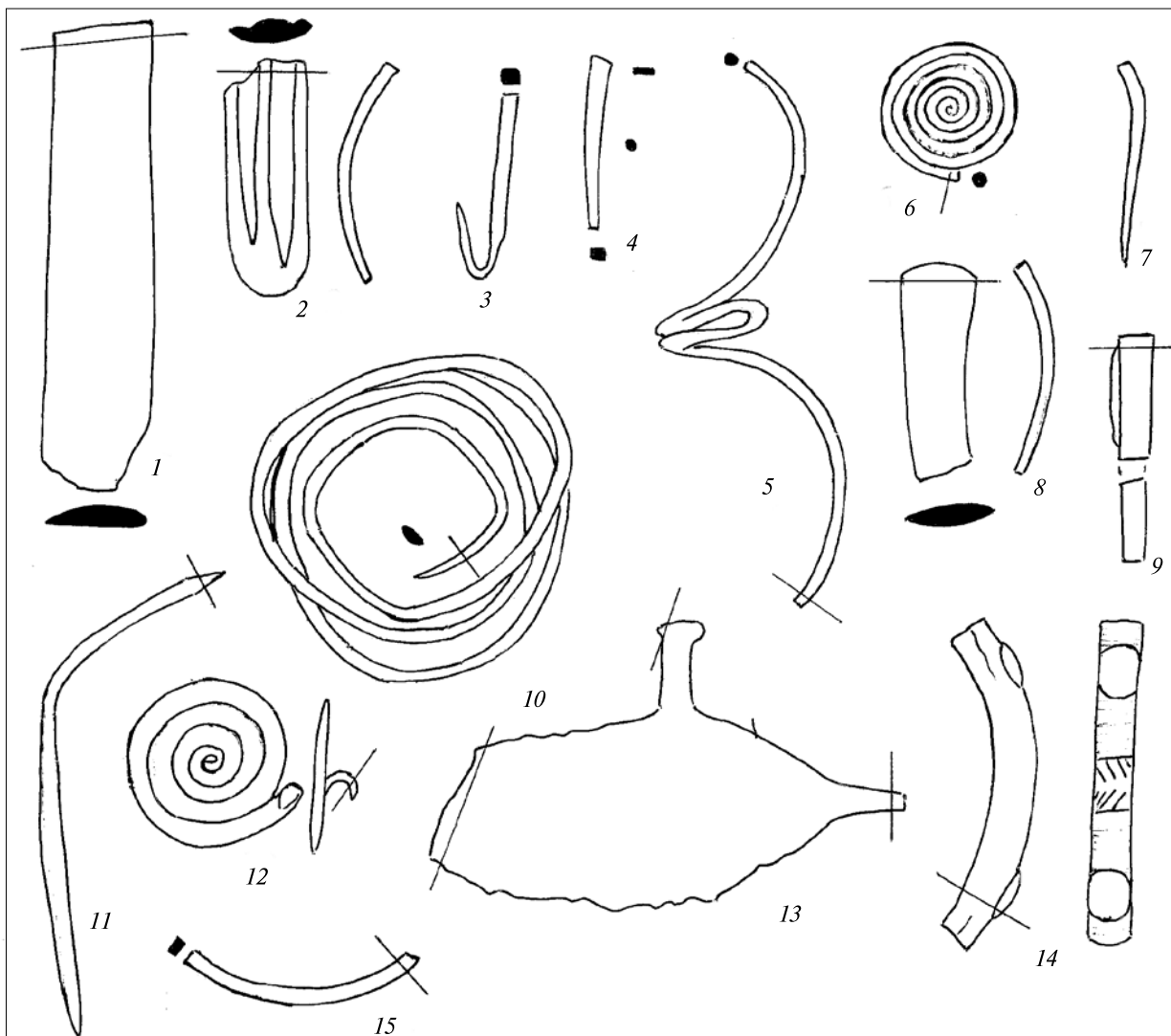


Рис. 1. Вироби з пам'яток Воля-IV (1—6) і Петрикова (7—15) з позначеним місцем вирізання зразків

ператури (розмір рекристалізованого зерна), із високим ступенем обтиску (двійники деформації). Хімічний склад металу з високим відсотком свинцю (0,2 %), вісмуту (0,2 %), які посилюють небезпеку розтріскування металу під час гарячого кування, підтверджує такий висновок.

Кування було вільним і направленим на витягування і загострення вістря.

Ан. 94. Фрагмент стрижня, квадратного у перерізі з одного кінця, круглого посередині й прямокутного на протилежному кінці завдовжки 3 см (рис. 1, 4). Шліф зроблено на поздовжньому перерізі. До травління помітно евтектоїдну фазу, витягнуту вздовж зразка. Після травління відкрилася середньозерниста полідрична структура з великою кількістю двійників та ліній зсуву всередині зерен. Структура має нечіткий характер. Розмір зерна — 0,065 мм. Мікротвердість металу — 174,8 кг/мм² (рис. 2, 5).

Висновок. Виріб сформовано куванням із відлітої заготовки за невисокої, нижче 600 °С, темпера-

тури (подрібненість евтектоїду). Правильний вибір майстром температурного режиму підтверджує підвищений вміст свинцю. Ступінь обтискування сягав 60 %, оскільки на шліфі повністю відсутня первинна відлита структура. Дещо розмитий вигляд полідричної структури та значна кількість ліній зсуву всередині зерен указують на те, що кування завершували по охололому металу.

Ан. 95. Гачок до одягу з круглого в перерізі дроту діаметром 0,2 см (рис. 1, 5). Шліф зроблено на поздовжньому перерізі дроту. До травління спостерігається міжкристалічна корозія, що поширюється на поверхні виробу, чорні цятки на контурах зерен, а також дуже подрібнена і трохи витягнута вздовж зразка евтектоїдна фаза.

Після травління відкрилася полідрична структура на стадії збиральної рекристалізації зі значною кількістю двійників у зернах. Первинна відлита структура не спостерігається. Розмір зерна — 0,045—0,065 мм. Мікротвердість металу 107,4 кг/мм² (рис. 2, 6).

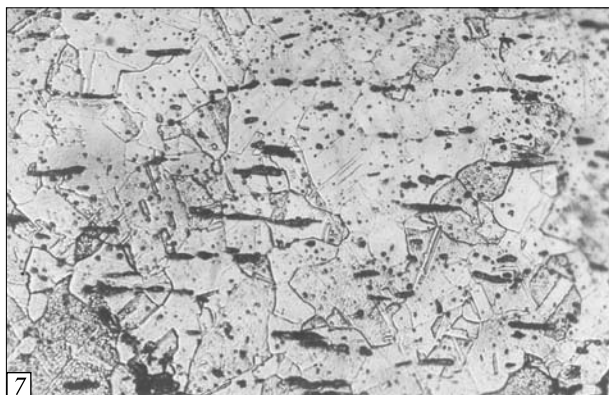
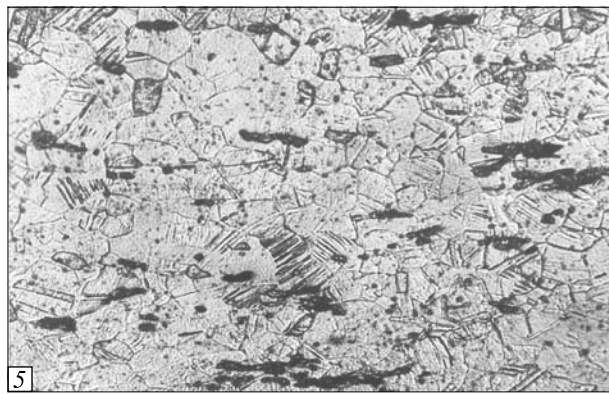
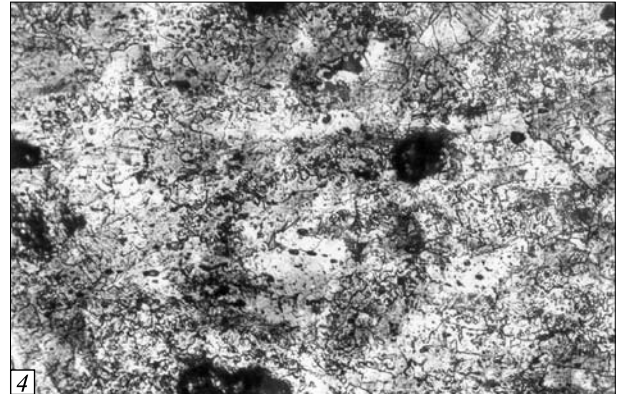
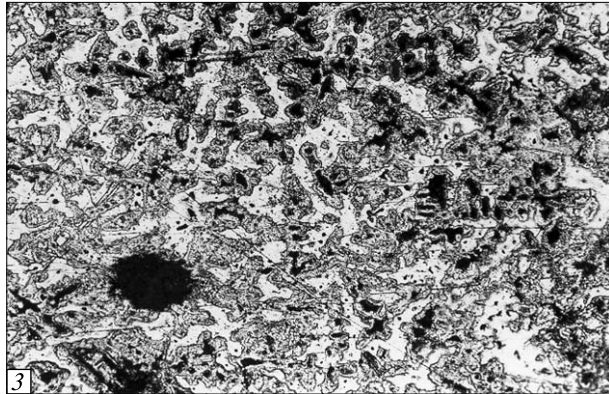
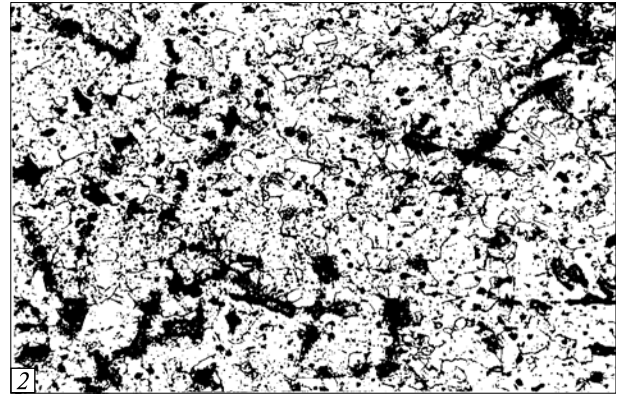
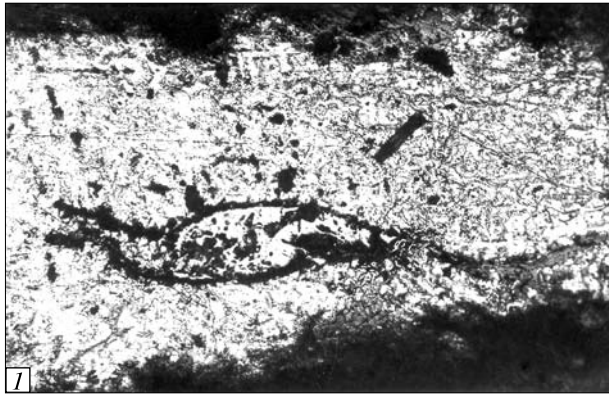


Рис. 2. Мікроструктури металу (зб. — збільшення): 1 — ан. 82, зб. 115; 2 — ан. 82, зб. 200; 3 — ан. 82, зб. 200; 4 — ан. 93, зб. 115; 5 — ан. 94, зб. 200; 6 — ан. 95, зб. 120; 7 — ан. 96, зб. 200

Висновок. Дріт отримано з відливої заготовки гарячим куванням на фігурному ковалді з накладкою (однакова товщина дроту).

Ан. 96. Завиток скроневої (?) підвіски з круглого в перерізі дроту діаметром 0,2 см (рис. 1, б).

Шліф зроблено на поздовжньому перерізі дроту. До травління помітно евтектоїд, витягнутий ланцюжками вздовж зразка, та міжкристалічну корозію на ділянках, близьких до поверхні дроту.

Після травління відкрилася поліедрична круп-

нозерниста структура зі значною кількістю двійників усередині зерен. Розмір зерна — 0,065—0,09 мм. Мікротвердість металу — 116,4 кг/мм² (рис. 2, 7).

Висновок. Дріт виготовлено з попередньо відлитої заготовки гарячим куванням (плавна витягнутість евтектоїдної фази) за температури понад 600 °С (значні розміри поліедрів та велика кількість двійників у них) зі ступенем обтискання до 80 % (форма евтектоїду).

Петрухів

Ан. 83. Овальний у розрізі сувій дроту, скручений у 4 оберти, завдовжки 31 см, завтовшки 0,4 см. На кінцях дріт звужується (рис. 1, 10). Шліф зроблено на поздовжньому перерізі. До травління помітно велике вкраплення міді оксиду та нечисленні дрібні пори. Метал корозією не пошкоджений. Евтектоїдна фаза у вигляді дрібних цяточок витягнута вздовж зразка у напрямку деформації.

Після травління відкрилася поліедрична структура на стадії збиральної рекристалізації з великою кількістю двійників усередині зерен. Розміри поліедрів зменшуються від центра зразка до краю. Решток дендритної ліквіації не зафіксовано. Розмір зерна — 0,045 мм з краю, 0,065—0,09 мм — у центрі. Мікротвердість металу — 129,6 кг/мм² (рис. 3, 1).

Висновок. Дріт виготовлено куванням за високих температур зі значним ступенем обтискання на жолобчастому ковадлі з накладкою, що засвідчує крупнозерниста структура, форма та розміщення евтектоїдної фази на шліфі. Відсутність первинної відлитої структури, велика кількість двійників у поліедрах є результатом високого ступеня обтискання — до 80 %. Зниження температури металу під час закінчення кування привело до подрібнення структури на кінці дроту.

Ан. 84. Фрагмент пластинчатого браслета (?), лінзоподібного у перерізі (рис. 1, 8). Шліф зроблено на поперечному розрізі виробу. До травління помітно численні великі круглі газові пори, рівномірно розсіяні по всьому полю шліфа, та міждендритні корозійні мікротріщини.

Після травління відкрилася відлита крупнодендритна структура без слідів вторинної обробки. Мікротвердість металу — 112 кг/мм² (рис. 3, 2).

Висновок. Така велика кількість газових пор свідчить про використання перегрітого металу. Виріб відлито у двобічній, можливо, глиняній формі й подальшій обробці куванням не піддавався. Поверхня полірована.

Ан. 85. Фрагмент браслета з круглого в перерізі дроту, прикрашений округлими щитками, між якими у техніці карбування нанесено орнамент у вигляді смуг із паралельних рисочок і «ялинки». На боковій поверхні зафіксовано відбиток не-

рівності на формі. Поверхня браслета, де немає орнаменту, гладенька (рис. 1, 14). Шліф зроблено на поперечному перерізі виробу. До травління помітно численні газові форми, незначні вкраплення міді оксиду та невелика кількість евтектоїдної фази, розміщеної між гілками дендритів.

Після травління відкрилася відлита дендритна структура без жодних слідів ковальської доробки. Мікротвердість металу — 110 кг/мм² (рис. 3, 3). Для уточнення температурного режиму під час нанесення орнаменту і перевірки можливості припаювання щитків на готовий виріб було зроблено поздовжній розріз шліфа, структура на якому виявилася аналогічною першій.

Висновок. Браслет відливали з воскової моделі. Жодних слідів зварювального шва між щитком і браслетом не виявлено. Орнамент зроблено у техніці чеканки по нагрітому браслету інструментом із розплесканим і трохи заокругленим робочим кінцем завширшки 0,4 см.

Ан. 86. Фрагмент чотирикутної у перерізі голки фібули (чи шпильки) (рис. 1, 7). Шліф зроблено на поздовжньому перерізі. До травління помітно кілька газових пор круглої форми, а також невелику кількість евтектоїду, розміщеного на межах зерен.

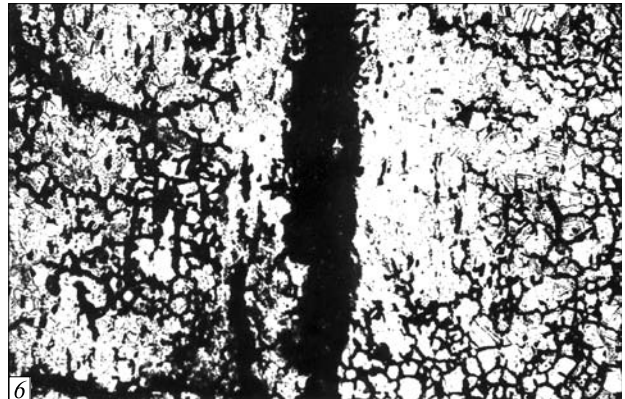
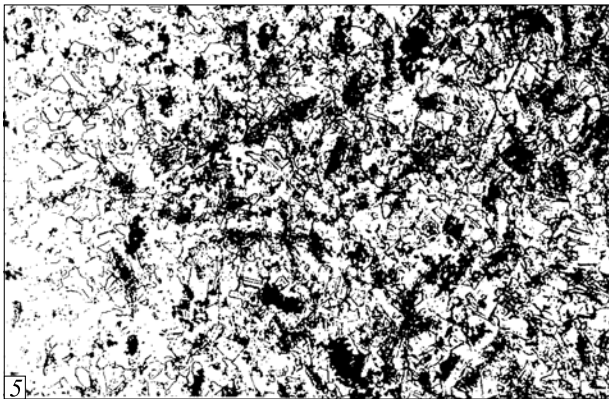
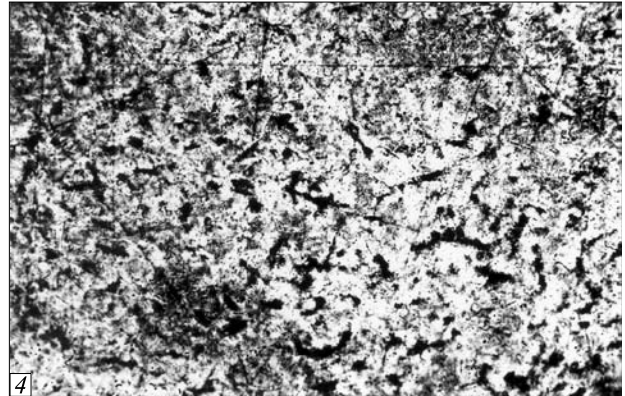
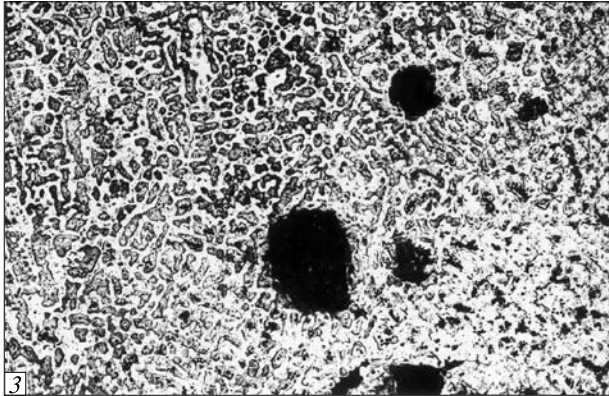
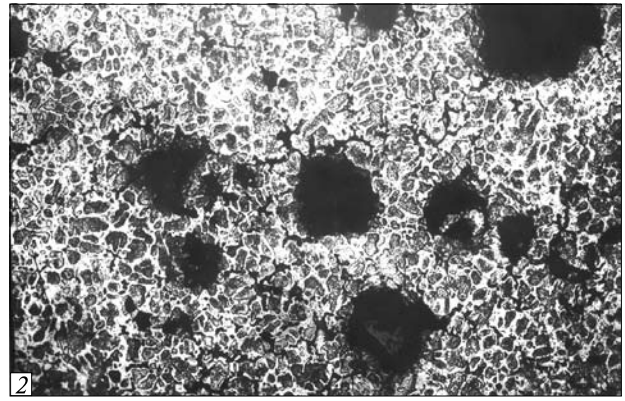
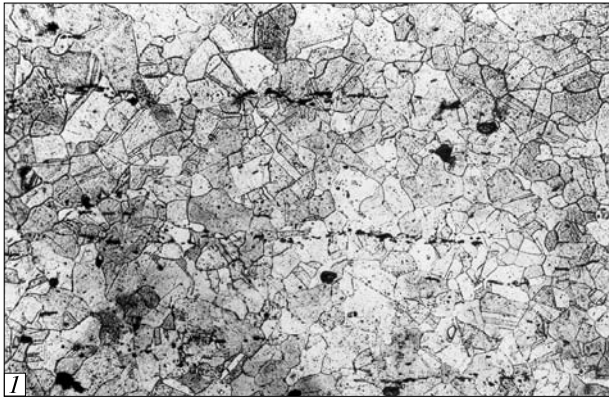
Після травління проявилися дрібні поліедричні зерна на стадії збиральної рекристалізації із двійниками на фоні залишкової дендритної ліквіації. Рештки дендритів розміщені хаотично. Розмір зерна — 0,025—0,035 кг/мм² (рис. 3, 4, 5).

Висновок. Виріб піддано незначному куванню зі ступенем обтискання 20—40 %. Форма залишкових дендритів дає змогу припустити, що ковальські роботи проводили по холодному металу із метою загострення кінця виробу.

Ан. 87. Фрагмент завитка з квадратного у перерізі дроту (рис. 1, 15). Шліф зроблено на поздовжньому розрізі дроту. До травління помітно корозію, що поширюється на межах поліедрів і подрібнену евтектоїдну фазу. Вздовж шліфа пролягає велика кородована тріщина, від якої під кутом 90° відходять дві менші.

Після травління відкрилася дрібна рекристалізована поліедрична структура на стадії збиральної рекристалізації з невеликою кількістю двійників у зернах. Решток дендритної ліквіації не виявлено. За великого збільшення у поліедрах спостерігаються лінії зсуву. Розмір зерна — 0,035—0,045 мм. Мікротвердість металу — 136,4 кг/мм² (рис. 3, 6).

Висновок. Дріт для виробу кували на жолобчастому ковадлі із високим ступенем обтискання (до 60—80 %), оскільки відсутня первинна відлита структура. Роботи проводили за невисокої температури (розмір поліедрів), яка наприкінці оформлення виробу значно знизилася, що й призвело до появи ліній зсуву в поліедрах.



Ан. 88. Два фрагменти браслета з пласкої пластини. Збоку виявлено ливарний шов. Поверхня дуже гладенька (рис. 1, 8). До травління по всьому полю шліфа помітно багато дрібних і великих газових пор круглої форми. Голуба евтектоїдна фаза покриває сіткою всю площину шліфа.

Після травління відкрилася відлита дендритна структура. Мікротвердість металу — 100,6 кг/мм².

Висновок. Браслет виконано у техніці лиття і доробці куванням не піддавався.

Ан. 89. Завиток від прикраси з плаского дроту завширшки 0,3 см (рис. 1, 12). Шліф зроблено на поздовжньому розрізі дроту, з плаского боку. До травління по всьому полі шліфа розсіяні дрібні пори і подрібнений, трохи видовжений евтектоїд, розміщений ніби по колу.

Після травління відкрилася дрібнозерниста полідрічна структура із великою кількістю

двійників у зернах. Розмір зерна — 0,025—0,035 мм. Мікротвердість металу 130 кг/мм².

Висновок. Дріт кували із великим ступенем обтискання (відсутня дендритна ліквация). Зважаючи на розташування евтектоїду, можна припустити, що завиток отримано не дуже щільним навиванням круглого у перерізі дроту на конусний бовван і стисканням пружини до такого ступеню, що дріт став пласким.

Бритва з обламаним руків'ям і виступом-протуберанцем із грибоподібною шляпкою на верхів'ї (рис. 1, 13).

Ан. 90. Шліф вирізано на поперечному перерізі лека. До травління помітно дрібну пористість по всьому полю шліфа. Евтектоїд не зафіксовано.

Після травління хлорною міддю проявилися залишкові дендрити, більш подрібнені в центрі й витягнуті на лезі. Після травління хромпиком

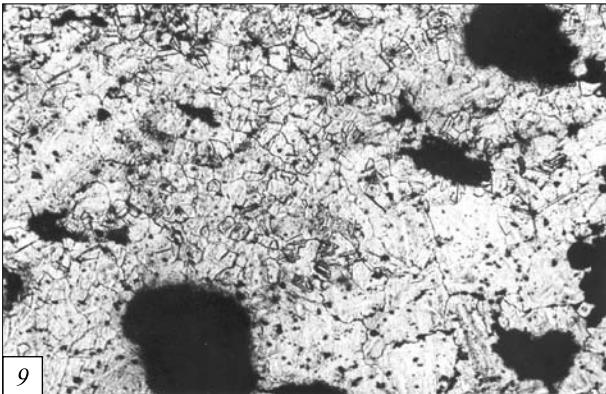
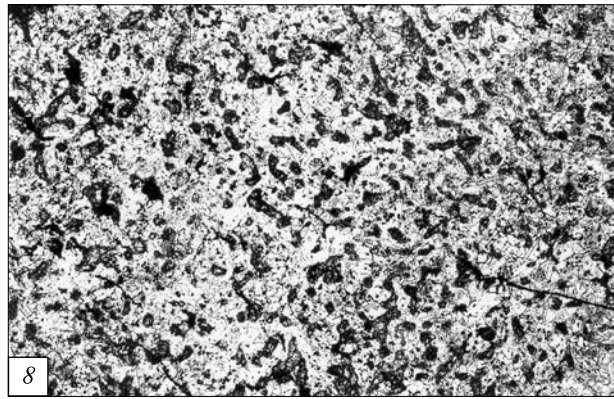
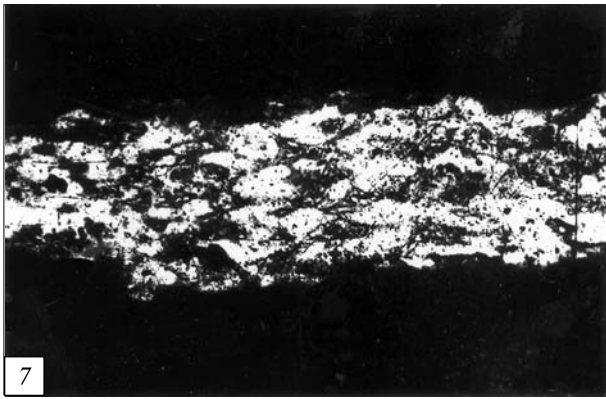


Рис. 3. Мікроструктури металу: 1 — ан. 83, зб. 70; 2 — ан. 84, зб. 70; 3 — ан. 85, зб. 70; 4 — ан. 86, зб. 70; 5 — ан. 86, зб. 120; 6 — ан. 87, зб. 70; 7 — ан. 90, зб. 70; 8 — ан. 90а, зб. 70; 9 — ан. 90б, зб. 120; 10 — ан. 91, зб. 120

відкрилася рекристалізована поліедрична структура із середньою кількістю двійників у зернах. Подекуди виявлено лінії зсуву. Розмір поліедрів — 0,045—0,065 мм. Мікротвердість у середині й на спинці 127,5, на лезі — 170,3 кг/мм² (рис. 3, 7).

Висновок. Кування провадили у гарячому стані. Лезо нагрівали не вище 600 °С, оскільки залишкові дендрити у напрямку від спинки до леза під час кування поступово набирають витягнутої форми.

Ан. 90а. Шліф зроблено на поперечному перерізі руків'я бритви. До травління помітно дрібні пори та мікротріщини. Після травління хлорною міддю проявилися залишкові дендрити. Після травління хромпіком у міждендритних просторах з'явилися дрібні поліедричні зерна зі значною кількістю двійників усередині. Мікротвердість металу — 10,8 кг/мм². Розмір зерна — 0,035—0,025 мм (рис. 3, 8).

Висновок. Рекристалізація відбулася виключно під дією температури, ковальській доробці руків'я не піддавали.

Ан. 90б. Шліф зроблено на поперечному перерізі шляпки виступу бритви. До травління помітно чорні цятки, розсіяні по всьому полю шліфа, і велику газову пору. Корозія поширюється на межах дендритів.

Після травління відкрилася поліедрична структура на фоні залишкової дендритної. Великі поліедри мають хвилясті межі. З одного боку шліфа зерна подрібнені й зафіксовано невелику кількість ліній зсуву. Розмір поліедрів — 0,35—0,12 мм. Мікротвердість металу — 101,7, у місці подрібненості зерен — 193,2 кг/мм² (рис. 3, 9).

Висновок. Як і руків'я, виступ-протуберанець ковальській доробці не піддавали. Зникнення дендритної ліквідації пов'язане з нагріванням виробу для кування леза. Подрібненість поліедрів і наявність ліній зсуву з одного боку шліфа, ймовірно, зумовлена ліквідацією ливарного браку.

Отже, заготовку бритви відливали у двостулковій ливарній формі (залишки ливарного шва на шляпці протуберанця). Формувальному куванню була піддана вся робоча частина, хоча особлива увага приділена самому лезу (тут, порівняно зі спинкою, набагато вища мікротвердість, форма залишкових дендритів). Ковальські роботи проводили за невисокої температури — до 600 °С із досить високим ступенем деформації. Не викликає сумніву зміцнювальний характер деформації леза.

Руків'я не кували зовсім, а виступ-протуберанець з одного боку трохи підправлено без нагрівання (лінії зсуву у подрібнених зернах).

Ан. 91. Чотиригранне у перерізі шило трохи загострене на робочому кінці та розплескане на

протилежаю завдовжки 8,5 см (рис. 1, 11). Шліф зроблено на поздовжньому перерізі розплесканого кінця.

До травління помітно одне велике вкраплення видовженої форми. Евтектоїд відсутній, оскільки олова у металі — 1,611, сурми — 1,988 %.

Після травління відкрилася рекристалізована полідрічна структура з вузькими двійниками всередині різнозбарвлених зерен. Виявлено великі зерна, оточені дрібними, що засвідчує стадію збиральної рекристалізації. З одного боку шліфа зерна мають волокнистий вигляд. Мікротвердість металу у центрі шліфа — 114,3, з боків — 180,8 кг/мм² (рис. 3, 10).

Висновок. Зіставлення результатів візуальних спостережень із металографічним аналізом дає змогу стверджувати, що шило виготовлено формувальним куванням. Розплесканий кінець слугував для покращання насаджування руків'я на шило. Ця операція відбулася на структурі у вигляді волокнистості зерен.

У результаті вивчення бронзових виробів із пам'яток Воля-IV і Петрикова можна зробити низку висновків. Вироби з поселення культури Ноа Воля-IV у переважній більшості (5 із 6) отримано формувальною ковальською доробкою відлитих заготовок. Для виготовлення виробів із дроту (ан. 95, 96) застосовано спеціальні ковадла з накладкою, а можливо, з огляду на товщину і форму перерізу дроту, на той час вже існувало якесь пристосування на кшталт волочильної дошки. Залишки евтектоїдної фази свідчать про те, що ці роботи проводили за температури понад 600 °С. При цьому ступінь деформації сягав 60—80 %.

Вільному гарячому куванню піддано шпильку (ан. 93), ніж (ан. 82) і знаряддя (ан. 94). Тут температури були нижчими за 600 °С, як, відповідно, і ступінь деформації — 20—40 (ан. 82, 93) та до 60 % (ан. 94).

У техніці лиття виконано браслет (ан. 92), який для згинання, можливо, одноразово й нагрівали до невисокої температури, що не відбулося на його мікроструктурі.

У двох випадках вдалося з'ясувати вид ливарних форм: однібічна теплопровідна для ножа-бритви (ан. 82) і глиняна (?) двоскладова для браслета (ан. 92).

Металеві вироби висоцької культури за допомогою методів точних наук досі ніхто не досліджував, тому, аналізуючи отримані результати, можемо порівнювати їх лише з близькими за часом пам'ятками інших культур.

Як уже зазначалося, колекція із Петрикова налічує 9 виробів, переважна більшість яких є прикрасами (7 із 9), серед яких три відлиті браслети, що не піддавалися жодній додатковій обробці, за винятком нанесення чеканного орна-

менту (ан. 85). Цей тип браслетів переважно зафіксовано у могильниках вільховецького типу та висоцької культури, характерною ознакою яких є напаяні овальні щитки. На нашу думку, браслети відливали за восковою моделлю, що не суперечить мікроструктурному аналізу, який не виявив жодних ознак паяльного шва. До того ж, технологію лиття з воскової моделі на той час широко використовували у багатьох культурах Центральної Європи. З усіх відомих на цей час браслетів подібного типу лише петриківський прикрашено чеканним орнаментом. За цією ознакою Д. Павлів відносить його до окремої 2-ї групи (Павлів 1993, с. 32—34; рис. 2).

Браслети (ан. 84, 88) відливали у роз'ємних двобічних глиняних формах, на що вказують затік металу на стику двох стулок — ливарний шов (ан. 88) і овальний переріз виробу (ан. 84). Поверхню браслетів полірували.

Бритву з обламаним руків'ям та грибоподібним виступом-протуберанцем на спинці відливали у двобічній роз'ємній формі (залишки ливарного шва на протуберанці). Доробку куванням було спрямовано на формування робочої поверхні, видалення ливарного браку та зміцнення леза, що засвідчує підвищення мікротвердості металу від спинки до леза. Виріб належить до центральноєвропейського типу бритв. На пам'ятках висоцької культури виявлено бритви з Гончарівки та Лошнєва — без протуберанця на спинці (Крушельницька 1985, с. 76, рис. 23, 2).

Фрагмент голки шпильки чи фібули (ан. 86) піддано вільному куванню із невисоким ступенем деформації — до 40 % за температури близько 600 °С задля витягування та загострення вістря.

На відміну від попереднього виробу, шило (ан. 91) піддавали інтенсивнішому проковуванню.

Дротяні вироби (ан. 83, 87, 89) виготовляли з відлитих заготовок куванням на жолобчастому ковадлі із накладкою за температури понад 600 °С (ан. 83, 89) і нижче 600 °С (ан. 87). Ступінь деформації на всіх трьох виробках сягав 60—80 %. Тонкий переріз дроту (ан. 83, 87) наводить на думку про існування на той час не лише жолобчастих ковадел з накладкою, а й інструменту на кшталт волочильної дошки з отворами різної форми: овального (ан. 83) і прямокутного (ан. 87).

Завиток з плаского дроту (ан. 89) швидше за все отримано розплескуванням нещільно закрученого на оправці дроту (розміщення евтектоїду).

Насамкінець зауважимо, що характерною особливістю петриківського металу є його пористість, що свідчить про його перегрів, а отже, ливарний брак, який може вказувати на невисокий кваліфікаційний рівень майстрів. З огляду на технологічні особливості та специфічність

хімічного складу металу (повна відсутність арсену в обох колекціях) можна стверджувати: незважаючи на морфологічну подібність деяких виробів (браслети: ан. 92, бритва — ан. 90, а, б) до центральноєвропейських, це продукція місцевого виготовлення.

Балагури Е.А. Історія племен пізньобронзової доби Середнього Подніпров'я (культура ноа): Дис. ... канд. іст. наук. — К., 1964. — С. 275—293.

Бандрівський М. Могильник в Петрикові біля Тернополя в контексті поховального обряду висоцької культури. — Львів, 2002. — С. 282.

Крушельницька Л.І. Взаємозв'язки населення Прикарпаття і Волині з племенами Східної і Центральної Європи. — К., 1985.

Павлів Д. Про один тип браслетів ранньогальштатського часу України // *Studia archaeologica*. — 1993. — № 1. — С. 32—34.

Ситник О.С. Звіт про дослідження поселень пізньобронзового-ранньозалізного віку в околицях с. Воля Теребовлянського району Тернопільської області в 1990 р. // *НА ІА НАНУ*. — 1990/127.

Черных Е.Н. Древняя металлообработка на Юго-Западе СССР. — М., 1976. — С. 302.

Schubert F., Schubert E. Spektralanalytische Untersuchungen von Hort- und Einzelfunden der Periode B III // *Mozsolics A. Bronzefunde der Karpatenbeckens. Budapest, 1967.* — S. 280.

Одержано 03.03.2005

Т.Ю. Гошко

МЕТАЛЛ ПЕРИОДА ПОЗДНЕЙ БРОНЗЫ ИЗ ТЕРНОПОЛЬСКОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ

В статье приведены результаты технологического изучения двух небольших коллекций бронзовых изделий культур Ноа и висоцькой из фондов Тернопольского музея. До настоящего времени такие исследования почти не проводились.

В коллекцию вошли, в основном, украшения, а также предметы домашнего обихода — нож-бритва, проколка и бритва. Учитывая характерные технологические особенности бронзовых предметов для каждого памятника и химическое сходство всего металла, сделан вывод о местном производстве всех изделий.

Т.Ю. Hoshko

LATE BRONZE AGE AND EARLY IRON AGE METAL OBJECTS FROM THE MUSEUM OF LOCAL LORE IN TERNOPIL

The article summarizes the results of technological study of two small collections of bronze artifacts of Noa and *Kysotska* cultures from the funds of museum in Ternopil. Until recently such studies were practically not undertaken.

The collection consists mostly of jewelry. Among household utensils there is a razor-knife and a razor. Taking into consideration characteristic technological peculiarities of the bronze items of each site and chemical resemblance of all the metal articles it is concluded about the local manufacture of all the items.