

# До історії стародавнього виробництва



Т.Ю. Гошко

## ВОСКОВА МОДЕЛЬ У ЛИВАРНИЦТВІ ДОБИ ПІЗНЬОЇ БРОНЗИ

*Розглядається технологія виготовлення виробів за восковою моделлю. Описано види та прийоми лиття за восковою моделлю, простежені на матеріалах доби пізньої бронзи з Правобережної України.*

*Ключові слова:* Правобережна Україна, доба пізньої бронзи, технологія, ливарне виробництво, воскова модель.

Одним із найпоширеніших способів отримання виробів із кольорових металів є лиття. Майстри використовували різні способи: виливання у тверді ливарні форми (найчастіше кам'яні) чи з пластичного матеріалу (глини), за восковою моделлю зі збереженням форми або її втратою. Морфологічний аналіз дозволяє іноді встановити, в який спосіб майстер виливав ту чи іншу річ, хоча це вдається не завжди, оскільки завершальна обробка виробу — доробка куванням, шліфуванням чи поліруванням — могла знищити сліди лиття.

На думку Р.С. Мінасяна, вже в IV тис. до н. е. в Південно-Східній Європі, так само як і в Месопотамії, широко застосовували лиття за восковою моделлю в закритій формі. Він слушно вважає, що цей, на перший погляд складний прийом, насправді був одним із найпростіших, адже не потребував виготовлення складних форм для тиражування литва. Як приклад, дослідник наводить дані трасологічного обстеження багатьох мідних і золотих виробів з Варненського некрополя (Минасян 1997, с. 144—145).

За доби пізньої бронзи ливарники досягли високої майстерності в отриманні виробів за восковою моделлю з її втратою. Ця технологія надає можливості виготовити виріб складної конфігурації. Основні ознаки визначення литва за восковою моделлю навів Б.О. Рыбаков. Якщо попереочний перетин деталей дорівнює або менший за 180°, то форму могли використовувати багато разів. Коли ж перетин більший за 180°, то в цьому разі метал буде заклинюватися у формі, і виїняти виріб можна, тільки розламавши її (Рыбаков 1948, с. 158). Ознаки використання воскової мо-

делі та способи й назви окремих прийомів, застосованих майстром при її формуванні, які можна відтворити за відливками, чітко викладені в роботі Р.С. Мінасяна. Це можуть бути сліди загладжування воску на моделі, а також паяльний модельний шов, що утворюється на моделі, в якій окремі деталі спаяні розплавленим воском. Клеєний модельний шов утворюється при склеюванні деталей моделі й простежується у вигляді виступів (Минасян 1986, с. 64).

Ігнорування таких прикмет може призвести до хибних висновків, як, приміром, сталося із жезлами-«стилетами» з Національного музею історії України: сліди прибирання воску під грибоподібними голівками протуберанців на обох виробках (Гошко 2005, с. 236) були інтерпретовані як ливарні шви від 3—4-складових ливарних форм (Лысенко и др. 2005, с. 162; Лысенко, Лысенко, Якубенко 2006, с. 45).

Нині на території Правобережної України ця технологія відмічена для таких археологічних культур як ноуа, білозерська та висоцька. Але найраніші вироби, вилиті за восковою моделлю, вдалося відстежити з-поміж виявлених у похованнях Гордіївського могильника, що датуються 1500—1300 рр. до н. е., тобто передбілогрудівським часом. Ще два аналогічні вироби орієнтовно знайдені в Середньому Придніпров'ї.

Технологічні дослідження металевих виробів цих культур показали, що таким способом виливали не тільки прикраси — шпильки, але й знаряддя праці та побуту (серпи, ножі), а також предмети культу, деталі кінського спорядження (вудила, бляхи). Переважну більшість виробів допрацьовували куванням.

Тут розглянемо лише ті вироби, що мають явні ознаки лиття за восковою моделлю. Біль-

© Т.Ю. ГОШКО, 2010

шість їх походить із поховань Гордіївського могильника — загалом 16 екз. За технологією виготовлення цікаві руків'я двох ножів (кургани 26 і 38). Їх виконано методом доливання. За складністю виконання привертає увагу ніж із кургану 26 (рис. 1, 4). Візуальне вивчення дозволяє встановити таку послідовність операцій: спочатку відливали клинок ножа, що був підданий формувальній доробці гарячим куванням з обтисканням до 80 %. Окремо відливали петельку й ланцюжок із двох кілець. Потім петельку з кільцями і клинок заформували в глину разом із виготовленою восковою моделлю руків'я. Після видалення воску провадили доливання руків'я. На завершення клинок ножа піддали незначному холодному проклепуванню. Можливо, місця з'єднання клинка й петельки з руків'ям майстер теж трохи прокував.

Руків'я біметалевого ножа з кургану 38 також отримане методом доливання. Тільки тут залізний клинок заформували з восковою моделлю руків'я (рис. 1, 5).

На поверхнях ножів з курганів 6, 7 і 15 спостерігаються характерні сліди загладжування воску (рис. 1, 1–3).

Дослідження поверхні жезлів-«стилєтів» призвело до висновку, що обидва вироби ви-

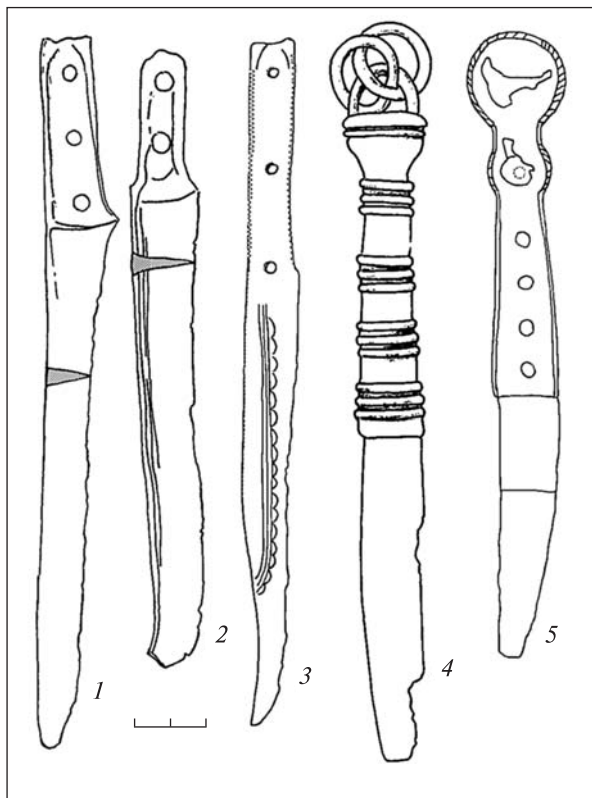


Рис. 1. Гордіївський могильник, ножі: 1 — курган 7; 2 — курган 6; 3 — курган 15; 4 — курган 26; 5 — курган 38

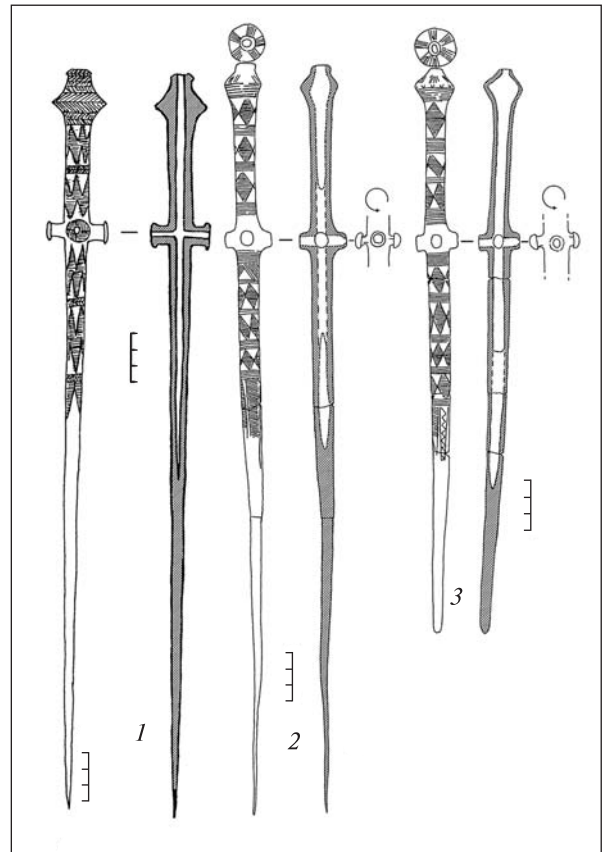


Рис. 2. Жезли-«стилєти»: 1 — Гордіївський могильник; 2, 3 — Національний музей історії України

литі за індивідуальними восковими моделями (рис. 2, 1). Простежені залишки деревини всередині стрижня свідчать про формування воскової моделі на дерев'яній основі. В публікації могильника (Berezanskaja, Kloščko 1998) автори не надали належної уваги такій важливій, на наш погляд, технологічній деталі, як глибина внутрішньої порожнини, що спускається нижче протуберанців і сягає 25 см (Goshko 1999, s. 190). На протуберанцях, у місці переходу їх у щитки, спостерігаються відбитки паяльних швів на восковій моделі.

Двоскладові вудила зі стременоподібними кінцями з кургану 34 (рис. 4, 2) виготовлені в глиняній формі за восковою моделлю, можливо, методом доливання.

Трикільчасті вудила з трьома малими ромбічними в перетині кільцями з кургану 37 відлиті за кілька прийомів (рис. 4, 3) з використанням методу доливання. Спочатку відливали одну ланку, до якої приєднували воскову модель наступної. Потім обидві заформували в глину. Після видалення воску ланки доливали.

Велика бляха від кінської вуздечки з петлею на зворотному боці з кургану 34 (рис. 4, 1) відлита в одноразовій глиняній (за результатами металографічного дослідження) ливарній фор-

мі за восковою моделлю. Про це свідчать продубльовані в металі сліди модельного припою, що простежуються в основі петлі. Отриманий виріб був підданий невеликій доробці куванням, яке було спрямоване на розплющення і загин бортика.

Технологію виготовлення шпильок «гордіївського» типу з маленькою кільцеподібною голівкою та трьома або чотирма валиками у верхній частині стрижня (рис. 3) детально описано раніше (Гошко 2007, с. 251—253), тож наведемо лише деякі висновки. Такий тип шпильок відливали за індивідуальною восковою моделлю, яку формували на твердій основі (можливо, дерев'яній). На 2 екз. — з курганів 11 (рис. 3, 4) та 27 (рис. 3, 3), які розламалися в місцях розміщення валиків, усередині стрижнів простежені пустоти, заповнені крихкими окислами. Шпилька з кургану 27 в цьому ж місці має ще й ливарний брак у вигляді раковини.

Чіткі валики отримані шляхом вирізування по воску. При формуванні петельчастих голівок на шпильках із кургану 27, ймовірно, використано модельне припаювання для прикріплення воскової петлі. Нанесення орнаменту трохи сплющило їх і стерло сліди модельного припою, продубльованого в металі.

Голівку шпильки з кургану 16 формували, ймовірно, інакшим способом, а саме, одночасно зі стрижнем методом вирізання.

В техніці виливання за порожнинною моделлю виготовлено брязкальце з кургану 28 (рис. 5, 1). Наші спостереження дозволяють реконструювати таку послідовність дій у виготовленні цього виробу. Для отримання порожнинної ливарної форми був виготовлений стрижень з органічного матеріалу (дерево?), щоб відтворити внутрішню поверхню литва. На нього майстер наніс шар воску, що точно відповідав конфігурації майбутнього виробу. Щоб стрижень під час виплавки воску не осів на стінки форми, всередині малого кола в стрижень навхрест були вставлені два штифти (на готовому виробі від них помітні отвори й напливи). Далі модель заформували в глину, висушували, віск виплавляли і заливали метал у форму (рис. 5, 2). На момент повного остигання литва стрижень частково вигорів, полегшивши таким чином готовий виріб. Вийнявши з форми й видаливши штифти, майстер відполірував кільце й наніс орнамент, а потім приступив до доливання семи невеликих кілець за восковими моделями. Місця з'єднань двох кінців воскових стриженьків помітні на виливках. Чи відливалися ці кільця в один прийом,

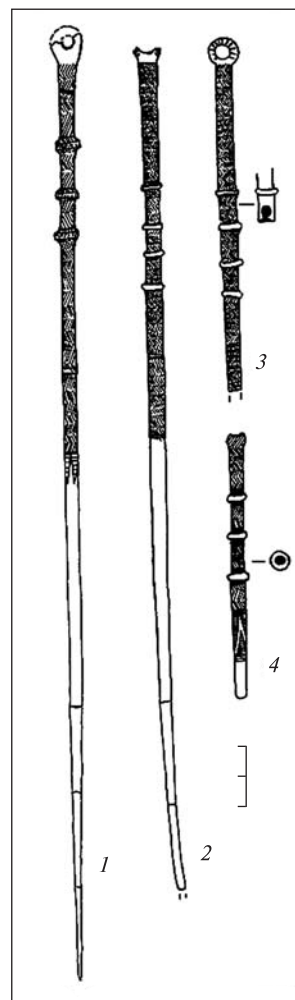


Рис. 3. Гордіївський могильник, шпильки: 1 — курган 16; 2, 3 — курган 27; 4 — курган 11

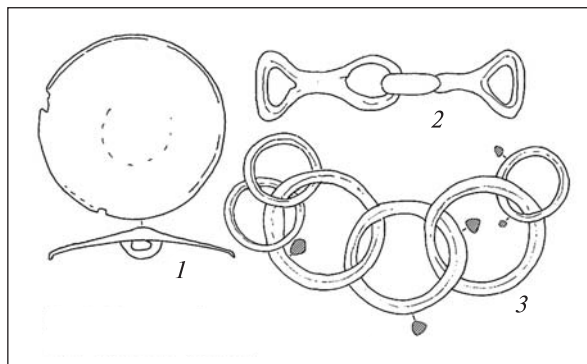


Рис. 4. Гордіївський могильник, предмети кінського спорядження: 1, 2 — курган 34; 3 — курган 37

чи кожне окремо, подібно до вудил з кургану 37, невідомо.

Безпаспортним жезлам-«стилетам» (рис. 2, 2, 3), що зберігаються у фондах Національного музею історії України, присвячена окрема робота (Гошко 2005)<sup>1</sup>. Тож обмежимося висновками, які стосуються лише теми воскової моделі. Для

<sup>1</sup> Орнамент правильніше передано в роботі: Лисенко, Лисенко, Якубенко 2006, с. 42—43, рис. 1, 2.



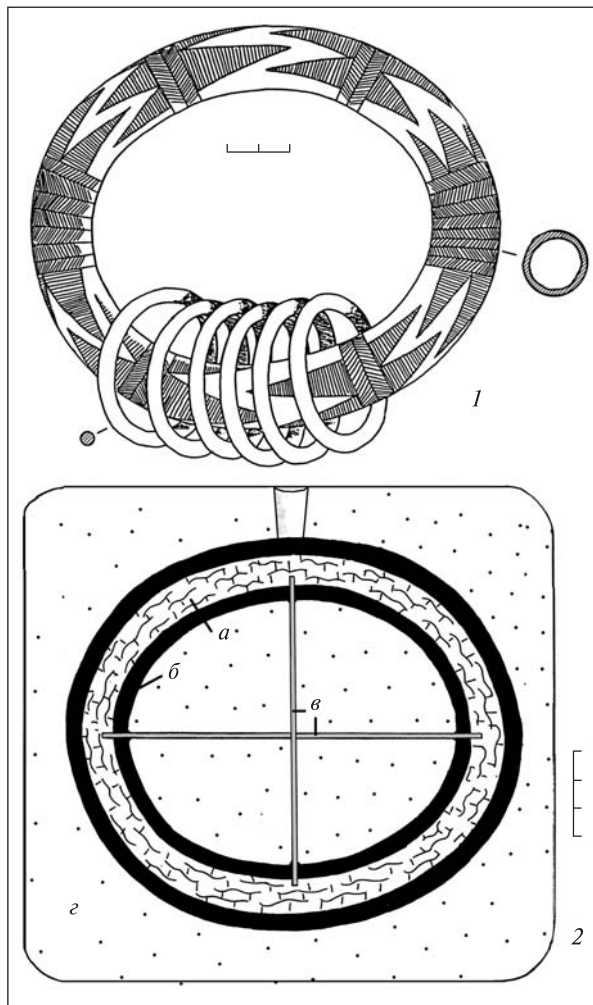


Рис. 5. Гордіївський могильник, брязкальце з кургану 28: 1 — вигляд; 2 — схема виготовлення ливарної форми (а — дерев'яний стрижень, б — шар воску, в — штифти, г — глина)

кожного виробу на дерев'яній основі (залишки обгорілої деревини всередині, нерівна, горбкувата із затіканнями внутрішня поверхня) була сформована воскова модель. Наскрізні отвори в протуберанцях лишилися від тоншого стрижня, який мав утримати всю стрижневу конструкцію та забезпечити її центровку в порожнині форми після видалення воску. Отже, отвори на двох протуберанцях виправдані технологічною доцільністю. Голівки двох інших протуберанців отримані притисканням воску на моделі (на відливках помітні сліди прибирання зайвого воску й загладжування поверхні).

Після виплавки моделі зверху, від наверх, заливали метал. Через те, що стрижень виконував свою функцію у більш важких температурних умовах, коли вся його поверхня омивалася розплавленим металом, він частково перегорів. Через це в деяких місцях порожнина повністю заповнена металом, а внутрішня по-

верхня литва нерівна. У другому виробі на зламі спостерігається перекошення стрижня. На підтвердження нашого припущення про використання дерев'яного стрижня можна навести результати експериментальних робіт А.С. Саврасова «Спроба застосування стрижня з деревини була зроблена через те, що виникли труднощі при видаленні з литва глиняних стрижнів. Метал до стрижнів не пригорав, оскільки вони були обмазані крейдяною суспензією, та все ж вони в литві затискалися. Для видалення стрижнів необхідно було повністю їх роздробити. Стрижень з дерева видалявся легко, але при литті виділяв багато газів, а також лишив на втулці весь складний рельєф обвугленої деревини. Все це призводило до браку в литві» (Саврасов 1996, с. 150).

Значна кількість закису міді ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) та пор на металографічних шліфах, вирізаних з середини тулуба, і відсутність його на вістрях якраз може бути результатом використання дерев'яного стрижня (реакція дерева на розплавлений метал: обвуглювання і виділення кисню, який розчинився в металі при застиганні).

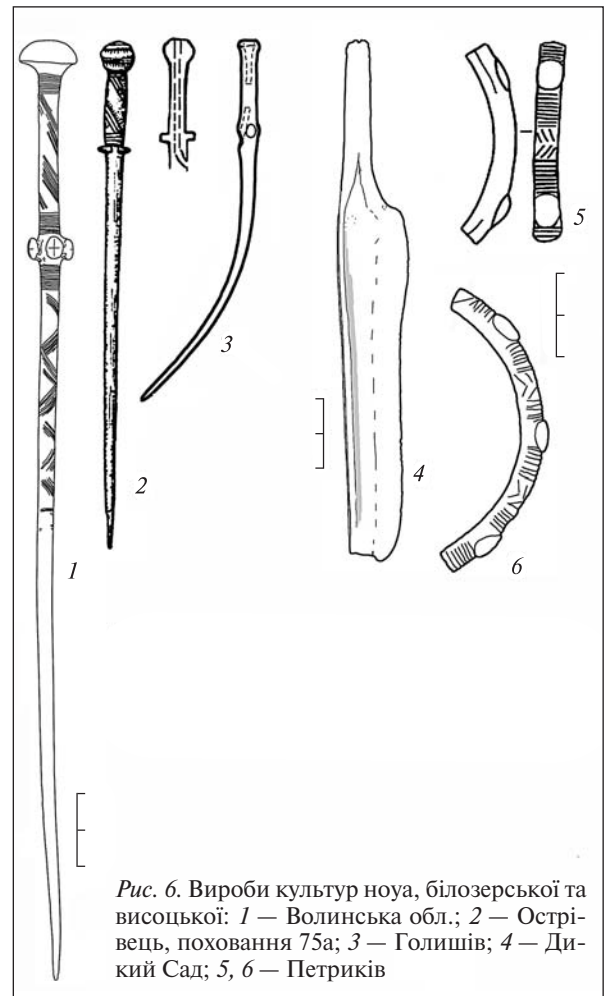


Рис. 6. Вироби культур ноуа, білозерської та висоцької: 1 — Волинська обл.; 2 — Острівець, поховання 75а; 3 — Голишів; 4 — Дикий Сад; 5, 6 — Петриків



Рис. 7. Макрофотографії: 1 — клеєний шов на шпильці з Волинської обл.; 2 — наклеєні шишечки на модель шпильки; 3, 5 — сліди вибирання воску на моделях серпів; 4 — наліп на моделі браслета

Серед досліджених виробів культури ноуа за восковою моделлю зі вставним стрижнем вилиті три шпильки (з Острівця й дві безпаспортні з Луцька). Це так звані ноїчні шпильки. Найцікавішою серед них є шпилька з Волинської обл. завдовжки 25,8 см (рис. 6, 1). Її голівка грибоподібна з наскрізним скісним отвором, який виходить під нею. Діаметр голівки 1,7 см. Вона прикрашена шістьма прокресленими трикутниками. Чотири протуберанці розміщені за 5,8 см від шляпки. У місці з'єднання їх із стрижнем чітко видно клеєний шов воскової моделі (рис. 7, 1). На торці кожного — орнамент у вигляді хреста. Шпилька прикрашена прокресленим орнаментом (наносився на воскову модель, оскільки лінії плавні в перетині на відміну гравійованих по готовому виробу).

Друга шпилька походить із Голишева Луцького р-ну Волинської обл. і має чотири шишечки-наліпи та отвір, який починається на голівці й виходить нижче шишечки. Посередині довжини отвору є затік. Отвір на голівці сягає глибини 1,2 см, від шишечки вгору — 0,8 см; ширина отвору на голівці 0,4 см, на виході — 0,2 см.

Шпилька від середини до вістря плавно зігнута. Її довжина 12,0 см (рис. 6, 3). На верхній частині видно сліди загладжування воску при формуванні голівки й наклеюванні шишечок. На рис. 7, 2 видно, як крапля розплавленого воску потекла по моделі шпильки. Повздовжній отвір у верхній частині виробу має ливарний брак — затік. Ковальська доробка була націлена на оформлення і загострення стрижня.

Третя шпилька походить з поховання 75а могильника Острівець (рис. 6, 2). За висновками технологічного дослідження Н.В. Риндіної (результати якого не опубліковані), вона вилита за восковою моделлю і ковальській обробці не піддавалася (Балагурі 1964, табл. аналізів, с. 275—293).

З поселення білозерської культури Дикий Сад досліджено один ніж з прямою спинкою, Т-подібним перетином леза й плоским черешком для насадки руків'я. Обламаний кінчик леза був заокруглений (рис. 6, 4). Подібні вироби досі були невідомі в матеріалах білозерської культури. На поверхні спостерігаються напливи воску та численні сліди його загла-

джування. По всій довжині лека вирізана виїмка (Горбенко, Гошко 2010).

Серед металевих виробів висоцької культури відомі браслети, які також трапляються в могильниках вільховецького типу (рис. 6, 5, 6). Характерною їхньою ознакою вважаються напаяні овальні щитки (Павлів 1993, с. 32—34, рис. 2, 6). Але мікроструктурне дослідження фрагментів від двох виробів із могильника Петриків Тернопільського р-ну і обл. не підтвердило наявності паяльних швів (Гошко 2006, с. 81). Тож вважаємо, що браслети виливали за восковою моделлю.

У Волинській обл. знайдено фрагмент лека серпа, плаского з одного боку й нервюрою з іншого та скошеною у бік нервюри спинкою. Орієнтовно він датується часом раннього гальштату. На спинці спостерігаються нерівності, утворені загладжуванням воску на моделі. Чітко видно сліди вибирання воску на нервюрі (рис. 7, 3). Доробка куванням була виконана для погострення лека.

З могильника голіградської культури біля с. Заліски Жидачівського р-ну Львівської обл. походить серп. Ливарна форма для його відливання зроблена в глині за відбитком серпа, вилитою за восковою моделлю. Поверхня литва горбкувата і не досить гладенька, сліди вибирання воску на нервюрі менш чіткі порівняно з

попереднім серпом, але простежуються досить чітко (рис. 7, 5).

Отже, серед виробів, досліджених нами технологічно і спектроаналітично, використанні одноразових глиняних ливарних форм, виконаних за восковою моделлю, простежено на 27 екз. Переважна більшість їх припадає на Гордіївку I—IV (16 екз.), два походять з Середнього Подніпров'я, три — культури ноа, один — білозерської, два — висоцької і два — фракійського гальштату. Така продукція з'являється за доби пізньої бронзи в культурах Правобережної України як імпорт із західноєвропейських майстерень. Місцеві майстри почали виготовляти її за часів існування висоцької культури, і значного поширення вона вже набуває у скіфський час.

Майстрами-ливарниками доби пізньої бронзи було освоєне складне лиття за пустотілою восковою моделлю. Вони застосовували такі прийоми формування воскових моделей як вирізання, спаювання окремих деталей розплавленим воском і склеювання деталей моделі, загладжування, нанесення орнаменту на модель. Вилиті заготовки найчастіше доопрацьовували куванням.

Поширення й ускладнення техніки лиття за восковою моделлю — це найпростіший шлях для виготовлення якісних ливарних форм і отримання литва складної конфігурації, яке неможливо вилити в роз'ємних формах.

- Балагурі Е.А.* Історія племен пізньобронзової доби Середнього Подністров'я (культура ноа). — Дис. ... канд. істор. наук. — К., 1964 // НА ІА НАНУ, № 524.
- Горбенко К.В., Гошко Т.Ю.* Металеві вироби з укріпленого поселення доби фінальної бронзи Дикий Сад // Археологія. — 2010. — № 1. — С. 97—111.
- Гошко Т.Ю.* Два бронзові вироби з фондів Національного історичного музею України // Збірка на пошану Софії Станіславівни Березанської. — К., 2005. — С. 231—245.
- Гошко Т.Ю.* Метал доби пізньої бронзи з Тернопільського краєзнавчого музею // Археологія. — 2006. — № 2. — С. 77—85.
- Гошко Т.Ю.* Гордіївські шпильки // Матеріали та дослідження з археології Східної України. — Луганськ, 2007. — 7. — С. 248—253.
- Лысенко С.Д., Лысенко С.С., Диденко С.В., Якубенко Е.А.* Бронзовые украшения эпохи поздней бронзы — начала раннего железного века из фондов Национального музея истории Украины // Проблемы археологии Среднего Поднепровья. — К.; Фастов, 2005. — С. 152—200.
- Лысенко С.Д., Лысенко С.С., Якубенко О.О.* Шпильки-железы із зібрання Національного музею історії України // Музейні читання. Мат-ли наук. конф. «Ювелірне мистецтво — погляд крізь віки». — К., 2006. — С. 42—51.
- Минасян Р.С.* Литые бронзовых котлов у народов степной Евразии (VII в. до н. э. — V в. до н. э.) // АСГЭ. — Л., 1986. — 27. — С. 61—78.
- Минасян Р.С.* Литейное производство в Юго-Восточной Европе в эпоху энеолита // Развитие культуры в каменном веке. — СПб., 1997. — С. 144—145.
- Павлів Д.* Про один тип браслетів ранньогальштатського часу України // *Studia archaeologica*. — Львів, 1993. — 1. — С. 32—34.
- Рыбаков Б.А.* Ремесло Древней Руси. — М., 1948.
- Саврасов А.С.* Экспериментальное изучение технологии металлообрабатывающего производства // Пряхин А.Д. Мосоловское поселение металлургов-литейщиков эпохи поздней бронзы. — Воронеж, 1996. — Кн. 2. — С. 135—158.

- Berezanskaja S.S., Kločhko V.I.* Das Gräberfeld von Hordeevka // Göttingen, 1998 (AE. — B. 5).
- Blajer W.* Skarby ze starszej i środkowej epoki brązu na ziemiach polskich. — Kraków, 1999.
- Goshko T.Y.* Technological characteristics of Bronze items from the Gordiyivka Burial Ground on the Southern Bug River // Vschodoslovensky Pravek. Special Issue. — Košice, 1999. — S. 187—191.

Надійшла 08.10.2009

*Т.Ю. Гошко*

## ВОСКОВАЯ МОДЕЛЬ В ЛИТЕЙНОМ ДЕЛЕ ЭПОХИ ПОЗДНЕЙ БРОНЗЫ

Литье — один из наиболее распространенных способов получения изделий из цветных металлов. Литейщики эпохи поздней бронзы достигли высокого мастерства в их отливке по одноразовым восковым моделям. Эта технология дает возможность получать изделия самой сложной конфигурации. В работе использованы возможные применения восковых моделей и названия отдельных приемов их формирования, которые можно реконструировать по отливкам, сформулированные Р.С. Минасяном.

Ныне на территории Правобережной Украины эта технология отмечена для таких археологических культур как ноуа, белозерская, висоцкая и на изделиях раннегалльштатского времени. Но наиболее ранние предметы, отлитые по восковой модели, удалось проследить в погребениях Гордеевского могильника, которые датируются 1500—1300 гг. до н. э., т. е. предбелогрудовским временем. Два жезла-«стилета», найденные ориентировочно в Среднем Поднепровье, аналогичны гордеевским. Технологическое исследование показало, что по восковой модели отливали не только украшения — булавки, но и орудия труда и быта (серпы, ножи), предметы культа и детали конской сбруи (удила, бляхи). Большую часть изделий дорабатывали ковкой.

Среди изделий, изученных нами технологически и спектроаналитически, использование одноразовых глиняных форм прослежено на 27 экз. Они распределяются таким образом: 16 экз. — Гордеевка; два — из Среднего Поднепровья; три — культура ноуа; один — белозерская; два — висоцкая, два — ранний фракийский галльштат.

Изделия, изготовленные таким образом, появляются в культурах Правобережной Украины как импорт из центральноевропейских мастерских. Продукцией местных мастеров они становятся в среде висоцкой культуры и уже широко распространяются в скифское время.

Прослежена техника сложного литья в одноразовых формах со вставным стержнем для получения пустотелой отливки (литье по пустотелой восковой модели). Использовались следующие приемы формовки восковых моделей: заглаживание, спаивание отдельных деталей расплавленным воском, склеивание деталей модели, вырезание, нанесение орнамента.

Распространение и усложнение техники литья по восковой модели — наиболее простой путь для изготовления качественных литейных форм, а также для получения изделий сложной конфигурации, которые невозможно отлить в разъемных формах.

*Т. Yu. Hoshko*

## WAX MODEL IN FOUNDING IN THE LATE BRONZE AGE

Founding is one of the most common ways of obtaining products of non-ferrous metals. Founders of the Late Bronze Age achieved a high craftsmanship in casting products using wax models of single application. This technique enables to make products of the most complicated configuration. In the work there are used applications of wax models and names of certain ways of their making formulated by R.S. Minassyan which can be reconstructed by casts.

Today, on the territory of the right-bank Ukraine this technology is noted in relation to such archaeological cultures as Noua, Bilozerska, Vysotska, and products of the Early Hallstatt period. However, the earliest objects that were cast using a wax model were discovered in graves of Hordiyivka burial ground dated by 1500—1300 BC, i.e. pre-Bilohrudivska culture period. Two rods-«stiletto» found approximately in the Dnipro River middle region are similar to the ones from Hordiyivka burial ground. Technological research has shown that not only adornments, pins, were cast using wax models, but also tools and everyday products (sickles, knives), ritual objects, and elements of harness (bit, plates). The majority of items was completed with the help of smithery.

Among the objects studied technologically and with the spectrum analysis 27 items had traces of usage of single applicable clay forms. Their distribution was as follows: 16 items were from Hordiyivka, two — from the Dnipro River middle region, three — Noua culture, one — Bilozerska culture, two — Vysotska culture, and two — the Early Thracian Hallstatt.

Products made in this way appeared in cultures of the right-bank Ukraine as import from the Central European workshops. They become the production of local craftsmen in milieu of Vysotska culture and become widespread in the Scythian period.

Technique of complicated founding in single applicable moulds with inserted shank for making hollow cast (casting by hollow wax model) is traced. The following methods of forming the wax models were used: smoothing over, knitting together separate elements by melted wax, sticking together the details of a model, cutting out, and making an ornament.

Spreading and elaboration of the technique of casting by wax model is the easiest way for making quality casts, as well as for making products of complicated configuration which can not be cast in split forms.