

# До історії стародавнього виробництва

І.Т. Черняков, В.Ф. Єлісєєв

## ДОСЛІДИ З ВИГОТОВЛЕННЯ ЛИВАРНИХ ФОРМ І ЛИТВА ВИРОБІВ САБАТИНІВСЬКОЇ КУЛЬТУРИ



*За допомогою методів моделювання досліджено розвиток техніки і технології кольорової металургії у племен сабатинівської культури доби пізнього періоду бронзового віку (XIV—XIII ст. до н. е.)*

Методи моделювання різних виробничих процесів займають окреме місце в дослідженнях багатьох наукових дисциплін. Широка перспектива та особливе значення цього напрямку у вивченні стародавніх виробництв доведені працями С.А. Семенова, Г.Ф. Коробкової. Експериментальні дослідження мають найважливіше значення для вивчення технології та історії знайомства людини з металом, особливо бронзи, розповсюдження та використання якої відіграло велику роль у прогресивному розвитку людства. Відкриття та засвоєння бронзового сплаву, як не існуючого у природі матеріалу та першого створеного штучним шляхом людиною металу, створення на його основі широкого діапазону бронзових знарядь праці, зброї, прикрас відкрили колосальні можливості для розвитку господарства, соціальної перебудови первісного суспільства та підготовки до переходу у ранній залізний вік, коли на території України з'являються перші державні об'єднання та писемна історія.

На території Східної Європи протягом довгих років проводяться дослідження хімічного складу стародавніх металевих предметів, за результатами яких установлено, що перше використання виробів з чистої міді заходить у глибину V—IV тис. до н. е., а широкое використання мідних виробів припадає на IV—III тис. до н. е.<sup>1</sup> Водночас з'являються і перші штучні мідно-арсенові сплави, найстародавнішими центрами засвоєння та розповсюдження яких були культури Кавказу та України (трипільська<sup>2</sup>). Дійсною революцією у використанні металевих виробів та знарядь праці з металу особливо стало відкриття у стародавніх цивілізаціях Малої Азії сплавів з міді та олова, які дуже швидко розповсюдились по всій території Старого Світу. Контактними зонами у Східній Європі, через які передавалась нова технологія бронзолivarної металургії, були два регіони (Кавказ та Північно-Західне Причорномор'я), що були тісно пов'язані господарчими та культурно-історичними ланцюгами зі світом найпереводіших цивілізацій Близького Сходу, Нижнього Подунав'я, Балкан і Середземномор'я.

Поява олов'янистої бронзи у культурах Східної Європи, пов'язана зі зміною середнього періоду бронзового віку пізнім етапом розвитку, що відобразилось у зміні не тільки технології ливарництва, а й типів виробів із литва, особливо яскраво виявляється у зникненні втулчастих сокир та появи кельтів<sup>3</sup>. Завдяки порівняно низькій температурі плавлення олов'янистої бронзи (700—900 °С) стало можливим доступне та менш трудомістке виготовлення в масовій кількості складних за конфігурацією та ефективніших за дією знарядь праці, зброї, прикрас, різних побутових речей тощо.

Розповсюдження технології виробництва металевих предметів з олов'янистої бронзи на території Східної Європи, як і в інших регіонах, проходило не од-

ночасово, а зайняло значний період протягом другої чверті — середини II тис. до н. е. Археологами обґрунтовано існування на пізньому етапі бронзової доби Східної Європи двох найбільш розвинених великих культурно-історичних спільностей — зрубної<sup>4</sup> та сабатинівської<sup>5</sup>, на території яких існували і дві найкрупніші основні металургійні провінції — європейська та свразійська<sup>6</sup>. Бронзові вироби цих двох провінцій відрізняються не лише за хімічним складом металу, місцями добування сировини, а й технологією лиття олов'янистої бронзи. Для зрубної спільності характерно використання ливарних матриць з глини<sup>7</sup>, для сабатинівської — кам'яних ливарних матриць<sup>8</sup>. Поза це в зрубній і сабатинівській культурах для виливання навіть однакових типів виробів (наприклад ножів) використовували ливарні матриці, зроблені тільки з матеріалів, характерних для їх технології ливарництва (глина або камінь). У чому ж причина використання настільки різних матеріалів для виготовлення ливарних матриць, що потребує не тільки окремої технології їх виробництва, а й різних трудових витрат?

Щоб в'яснити це питання, авторами статті ще 1965—1974, 1980—1982 рр. були проведені експериментальні роботи з виготовлення ливарних матриць із глини та каменю, лиття в них бронзових виробів, їх подальша обробка для вивчення цілкового процесу бронзолivarного виробництва, особливостей його технології, трудомісткості, економічності деяких операцій, технології в цілому тощо<sup>9</sup>. Під час експериментів ми намагалися, наскільки це можливо, реконструювати весь процес виготовлення ливарних матриць, вирізання на них негативів, обладнання ливників, виготовлення вкладишів для виливання порожнин, з'єднувальних пристроїв для парних ливарних матриць, лиття металу, виймання з ливарних матриць бронзових виробів, їх додаткової обробки. Автори експериментів намагалися використати всі ті матеріали для виготовлення ливарних матриць та можливий склад металу, які застосовували стародавні ливарники сабатинівської культури. В основу технологічного експериментального процесу були покладені наші спостереження над ливарними матрицями та готовими металевими виробами<sup>10</sup>.

Для сабатинівської культури Північного Причорномор'я характерним є інгуло-красномаяцький осередок металообробки<sup>11</sup> Європейської провінції з найбільш яскравим складом ливарних форм Красномаяцької майстерні з негативами численних виробів того часу<sup>12</sup>. Прототипами для виготовлення ливарних матриць в експериментальних дослідженнях було взято деякі зразки ливарних матриць Красномаяцького скарбу, що зберігаються в Одеському археологічному музеї НАН України. Усі вони були виготовлені з хлорит-талк-амфіболітових сланців, що походять з криворізьких відслонень у басейні річок Інгулець та Саксагань<sup>13</sup>. З цих самих порід були зроблені більшість ливарних матриць, які виявлені на території Північного Причорномор'я. Відомий знавець петрографії України В.Ф. Петрунь надав авторам експерименту зразки зерна хлорит-талк-амфіболітових сланців із свердловин, пробурених на Криворіжжі; діаметр зерна 10—12 см, довжина — 30—40 см. На жаль, талькових сланців із природних відслонень знайти не вдалося. Тальковий камінь являє собою силікат магнею, його твердість невелика (від 1 до 2,5 за шкалою Мооса), а переплетення в ньому голчатих кристалів амфіболу надає масивності та в'язкості. Крім того, він тугоплавкий, витримує порівняно високі температури — до 1500—1600 °С. М'якість, легкість обробки, масивність, в'язкість, тугоплавкість талькового каменю здобули йому славу з найдавніших часів як найкращого матеріалу для виготовлення невеликих скульптурних виробів, пудри та вогнетривкого посуду<sup>14</sup>. Без нього не може обходитись навіть сучасна ливарна промисловість<sup>15</sup>.

Увесь технологічний процес виготовлення ливарних матриць із тальку в нашому експерименті виглядав так: 1) добір шматків талькового зерна потрібного розміру за раніш відібраними зразками ливарних матриць (товщина, ширрина, довжина); 2) розмічання ливарних матриць відповідних форм за розмірами; 3) розпилювання зерна на відповідні брусочки та плитки; 4) груба первинна обробка плоских поверхонь; 5) піліфування поверхонь; 6) планування на відповідних поверхнях негативів виробів, ливників і заглиблень для з'єднувальних штифтів; 7) нанесення зображень контурів негативів та одноразове з'єднання негативів на парних матрицях; 8) вирізання негативів виробів, заглиблень для

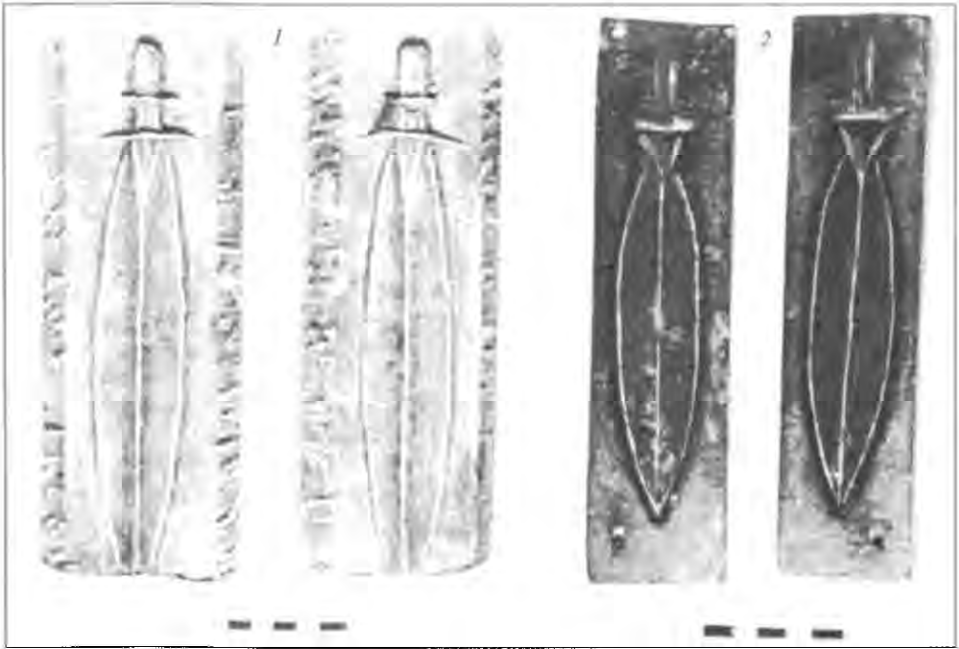


Рис. 1. Дослідні зразки талькових ливарних форм з негативами кинджалів

з'єднувальних штифтів та ливників; 9) шліфування негативів та поверхні парних ливарних матриць для їх з'єднання; 10) виготовлення та припасування вкладишів для виливання предметів з порожнистою втулкою.

Безумовно, експериментальний процес виготовлення ливарних матриць значною мірою мав відмінності в технологічному плані від справжнього технологічного процесу в давнині, оскільки нам довелося створювати лише копії стародавніх ливарних матриць за сучасною логікою їх виготовлення. Проте взагалі, можливо, у цих експериментах повторились і багато загальних моментів, характерних як для стародавніх майстрів, так і для наших експериментів.

Для виготовлення зразків експериментальних ливарних матриць були взяті негативи двох типів кинджалів (рис. 1) та втульчастого наконечника спису (рис. 2, 1). При цьому були узгоджені відповідні розміри ливарних матриць і негативів на відповідних екземплярах із Красномаяцької майстерні ливарника. Експериментальні моделі виготовляли так. Кери талькового сланцю розпилювали посередині на дві однакові за розмірами частини. У другому випадку ми використали інший спосіб роз'єднання талькового каменю на дві половинки за допомогою технології «свердлення порожнин в один ряд», коли на певній визначеній лінії на невеликій відстані роблять круглі заглиблення або навіть отвори та камінь розбивають по цій лінії отворів (рис. 1, 1). Залишки від таких висвердлених отворів для розбивання каменю добре помітні на багатьох краях ливарних матриць пізньобронзової доби з Північного Причорномор'я<sup>16</sup>. Розпилювання каменя вигідніше з погляду його подальшої обробки, тому що утворюється поверхня, яка потребує значно меншої механічної доробки та шліфування. Залишки розпилювання талькових камінців також помітні на поверхні деяких ливарних матриць сабатинівської культури. Проте зразків пилочок значних розмірів з металу, якими можна було б розпилювати талькові брусокці, у пам'ятках сабатинівської культури не знайдено, хоча взагалі уламки пилочок з металу відомі для цієї епохи. Розпилювання талькових брусків за допомогою навіть сучасних ножівок із заліза можливе за умови закріплення каменів у спеціальному дерев'яному верстаку.

Після розпилювання чи роз'єднання кам'яних блоків за допомогою техніки «свердління порожнин в один ряд» всю поверхню обробляли звичайними залізними ножами і надавали цим блокам форму прямокутних брусків. Для цього ще використовували пласкі долота та молоток. Усі ці типи інструментів, зроб-

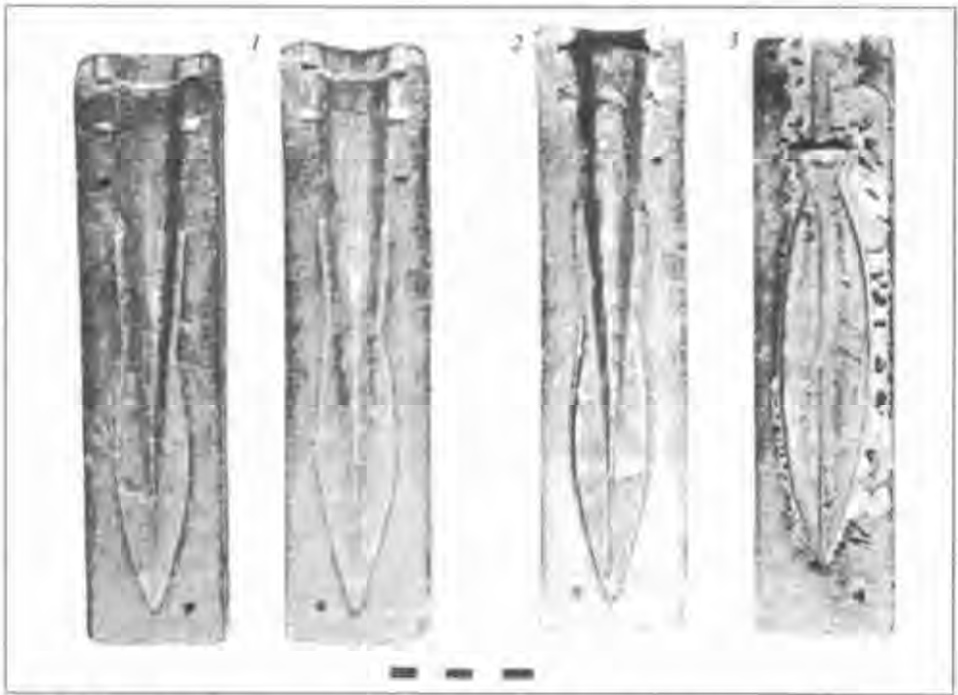


Рис. 2. Дослідні зразки талькових ливарних форм з негативами наконечника спису (1, 2) і кийджала (3). У ливарних формах знаходяться відлиті експериментальним шляхом бронзові вироби (2, 3)

лені із бронзи, відомі серед знахідок і скарбів бронзової доби. Більшість операцій з обробки ливарних матриць потребують умов праці на твердій пласкій поверхні із застосуванням упору для забезпечення нерухомості оброблюваних зразків. Можливо, якісь своєрідні дерев'яні верстаки були на озброєнні й у стародавніх майстрів бронзолivarного виробництва. При деяких навиках обробка двох прямокутних талькових брусків потребує близько 3—4 год безперервної праці, а якщо врахувати і вибір каменю та його розпилювання, то навіть і 5—6 год праці. Відбивка талькових брусків знаряддям для рубання призводить до того, що поверхня виходить досить нерівною, що утруднює її шліфування. Треба мати на увазі, що в тальковому камені є багато вкраплень інших рудних мінералів, що за своєю твердістю перевищують тальк. Необережний удар по таких вкрапленнях будь-яким інструментом часто призводить до появи глибоких щербин або навіть до розколювання оброблюваних брусків ливарних матриць.

Розпилювання талькових брусків проходить швидше, з найменшим утрудненням, якщо змочити камінь водою. Те саме стосується і процесу шліфування поверхні. Можливо, до такої технології звертались і стародавні майстри. Особливо ретельного шліфування потребують поверхні матриць, на яких вирізані негативи та по яких з'єднуються половинки ливарної матриці, для щільного прилягання останніх одна до одної. Шліфування поверхні половинок ливарних матриць ми робили на пласкій плиті з пісковіку, яка була подібна до тої, що знайдена у складі Красномаяцького скарбу ливарних матриць<sup>17</sup>. Шліфування та припасування матриць одна до одної зайняли досить багато часу і потребували особливої ретельності у праці. Добре вирівняну поверхню слід шліфувати 1—2 год на плиті з пісковіку для отримання досконало горизонтальної поверхні. З огляду на те, що ливарні матриці Красномаяцької майстерні мають абсолютно рівні поверхні, можна дійти думки, що на обробку однієї такої матриці потрібно було не менше 6—8 год безперервної праці.

Після підготовки поверхні, припасування однієї половинки матриці до другої за розмірами та з'єднання поверхонь розпочиналася найскладніша операція — нанесення зображень негативів на поверхню підготовлених брусків. Оригінали негативів Красномаяцької майстерні та майстерень ливарників сабатинівської

культури з Північного Причорномор'я вражають точністю зображень, їх симетричністю, плавністю вигнутих ліній, виконаних немовби за допомогою якихось допоміжних інструментів або шаблонів, а не просто від руки, навмання. У нашому експерименті була використана проста дощечка — шаблон, яка зображувала контур майбутнього виробу (кинджали, наконечник списа). Дерев'яний шаблон вигідний тим, що його завжди дуже легко уточнити і навіть виправити. Шаблон накладався на поверхню заготовки ливарної матриці; далі йшло припасування за довжиною та шириною поверхні бруска із залишенням необхідних місць для розташування ливників та заглиблень під з'єднувальні штифти. По краю шаблону гострим предметом прокресливали зображення контуру майбутнього негатива. Окремі деталі в середині контуру робили від руки. За допомогою шаблону зображення контуру негатива переносили дзеркально і на поверхню другого бруска — майбутньої іншої половинки ливарної матриці.

Можливий ще один спосіб перенесення зображень на поверхню іншої половинки ливарної матриці. Для цього поверхню виготовленої однієї половинки ливарної матриці з негативом треба намазати жиром або якоюсь фарбувальною речовиною та накласти на другу половинку. Після зняття першого бруска на другому залишалось чітке зображення в дзеркальному плані контуру негатива предмета. Вивчення ливарних матриць із Північного Причорномор'я дало змогу поки що виявити на їх поверхні лише залишки від подряпин контурів якимось гострим інструментом. Можливість виявити збережені залишки фарбувальної речовини на стародавніх ливарних матрицях дуже мала. При використанні різних методів нанесення зображень негативів, а також їх перенесення на парні ливарні матриці неможливо обійтись без яких-небудь, навіть примітивних, пристосувань у вигляді планки чи якогось вимірювального інструменту, які, мабуть, були в стародавніх майстрів з виготовлення ливарних матриць із тальку.

Після нанесення зображень контурів негативів та його деталей в середині (контури центральної частини кинджалів, нервюри, втулки негатива наконечника спису тощо) починалася робота із заглиблення негативів. Найбільш ретельна увага приділялася вирізуванню країв зображень, тому що по лінії контурів дуже часто траплялися вкраплення твердих мінералів. У разі неособережного удару на місці вкраплень утворюються глибокі сколювання, щербини, які зводять нанівсць усю попередню працю. Глибину вирізьбленого негатива перевіряли також вимірювальними інструментами та об'ємними дерев'яними й глиняними шаблонами майбутнього виробу. За результатами експериментальних робіт з виготовлення кам'яних ливарних матриць зроблено висновок, що найдоцільніше проводити заглиблення негативів від їх середини до країв. У найглибших місцях негативів (втулка кельгу чи наконечника спису) стародавні майстри робили круглі заглиблення на відповідну глибину за допомогою свердла, як це простежується на деяких ливарних матрицях, де залишилися заглибини з нерозрахованими просвердлинами<sup>18</sup>. Для вирізування заглибленої частини негативів ми використовували невеликі долота та ножі різних розмірів. Заглиблення так званих вусиків на перехресті красномаяцьких мечів-кинджалів провадилося за допомогою ножа з мініатюрним лезом. Широкі частини негатива кинджала легше робити інструментами з більшим лезом.

Після доведення негатива до потрібної глибини його поверхню ретельно шліфували за допомогою невеликих кам'яних гладильниць та піску. Остання операція також потребує особливої ретельності, оскільки від її результатів залежить якість поверхні майбутніх ливарних виробів. Усі огріхи у виготовленні негатива можна усунути ще після першої контрольної виливки виробів з бронзи, коли добре помітні всі його недоліки.

Свердлення заглиблень для з'єднувальних штифтів потрібних розмірів і глибини не має особливих утруднень, якщо вони точно нанесені на поверхню та дзеркально збігаються один з одним. Ми робили такі заглиблення за допомогою бурава чи навіть товстого шила. Шила досить часто трапляються серед старожитностей бронзової доби, знахідки більш складних інструментів для свердління у бронзовому віці поки що невідомі.

Отже, у процесі експериментів над тальковими камінцями нами було виготовлено декілька екземплярів парних ливарних матриць, які за своїми розмірами, негативами та ливарними пристосуваннями (ливники, заглиблення для

з'єднувальних штифтів) були майже точними копіями відповідних матриць із Красномаяцького скарбу ливарника (рис. 1, 2). Серед них були кинджали з дуго-подібним перекрестям біля держака (рис. 1, 1), кинджал з кільцеподібним конічним стовщенням біля держака (рис. 1, 3) та наконечник списа із втулкою для кріплення дерев'яного держака (рис. 2, 1, 2). У процесі виготовлення негатива наконечника спису було зроблено спеціальний устрій для закріплення вкладиша, щоб при литті одержати порожнисту втулку, а також пристрій для закріплення вкладиша для лиття отворів на втулці та вирізи для ливника і виходу газів.

Експериментальне виливання бронзових виробів спершу проводилось у ливарному цеху кольорових металів Одеського заводу «Червона Гвардія». Для лиття була використана заводська промислова олов'яниста бронза із вмістом олова 9—11 %, що відповідає за складом загалом лігатурі зразків розповсюджених сплавів пізньобронзової доби у Південно-Східній Європі. Важливо те, що саме цей склад є найбільш використовуваним та відповідним до багатьох вимог сучасного промислового виробництва за механічними та ливарними якістьми. Останнє свідчить про те, що ливарники пізньобронзової доби експериментальним шляхом у далеку давнину відкрили найраціональніші рецептури складу металу з бронзи.

Експеримент з часового лиття бронзових виробів у заготовлені нами ливарні матриці проходив за такою виробничою схемою: 1) підготовка печі та металу до розігріву; 2) плавка металу; 3) підготовка ливарних матриць для лиття (з'єднання штифтами половинок матриць, закріплення вкладишів для виливання порожнистої втулки, розміщення та закріплення ливарних матриць біля ливарної печі, закріплення їх в піску ливниками до верху тощо); 4) набирання металу в печі та розлив його в ливарні матриці; 5) охолодження ливарних матриць; 6) розняття парних ливарних матриць та виймання литва; 7) сортування литва; 8) подальша обробка литва (усунення напливів металу, «ливників», відковування, заточування тощо). Під час усього процесу готовим виробам надавався певний номер, результати лиття та дані щодо допоміжної обробки заносились у спеціальний журнал експериментальних досліджень, які проводили з допомогою професіональних робітників-ливарників. Надалі експерименти були продовжені в польових умовах, де була споруджена примітивна піч або горно з розігрівом на деревному вугіллі та використанням уламків розбитого дзвону для одержання розплавленої бронзи.

У процесі експериментів виявилось, що для розлиття бронзи у ливарні матриці потрібна більш висока температура, ніж точка плавлення цього сплаву. Унаслідок експерименту розливка металу стала можливою лише в умовах доведення температури сплаву до 900—1100 °С. Слід зауважити, що розплавлений метал дуже швидко застигає під час перенесення ллячки з ним від печі до місця розливу, де були встановлені ливарні матриці на відстані 1—1,5 м. У заводських умовах бронзу розплавлювали в стаціонарній електропечі та розливали в ливарні матриці за допомогою глиняних лячок, зроблених нами за зразками знайдених на поселеннях сабатинівської культури Північного Причорномор'я. Після висихання їх було обпалено до температури 400—600 °С. Розплавлений метал потребує дуже швидкої та охайної розливки, для чого потрібна не тільки майстерність, а й віртуозність у перенесенні лячок із розігрітим металом. На початку експерименту такий розлив металу давався з великими труднощами, оскільки треба було потрапляти тонким струменем розплавленої бронзи в ливник розміром 0,8—1,0 см. Спочатку доводилося над ливниками встановлювати спеціальні конічні раструби, зроблені з глини. Після виймання відлитих у такий спосіб бронзових виробів на місці ливників та конічних розтрубів з'являвся великий «набалдашник» (рис. 3, 1). Це призводило до значної перевитрати металу та збільшення обсягу допоміжних робіт під час доробки відлитих виробів. Навряд чи такий спосіб застосовували стародавні майстри.

Відповідні ускладнення були і з доливанням металу тільки до рівня валика втулки наконечників списів та рівня ливника під час виливання кинджалів. У разі переливання чи недоливання металу виходили браковані вироби або заготовки потребували значної допоміжної обробки. Тому можна дійти висновку, що при розливанні металу необхідна ювелірна точність. Саме це й характерно для стародавніх майстрів-ливарників, що добре простежується при вивченні великих

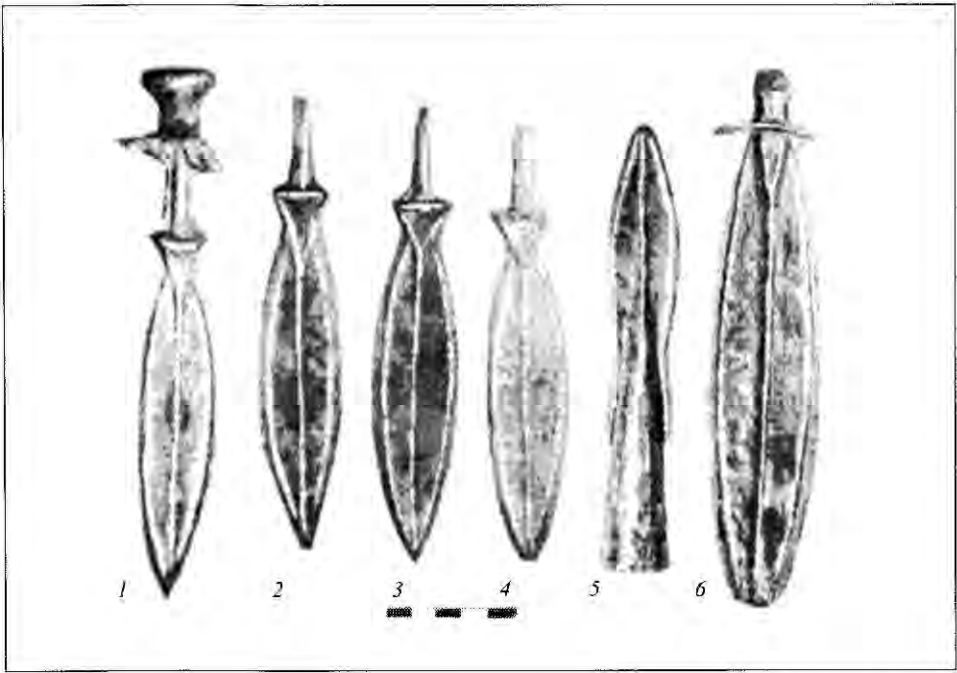


Рис. 3. Дослідні зразки відлитої експериментальним шляхом бронзових виробів в талькових формах

серій бронзових виробів багатьох скарбів бронзолivarного виробництва сабатинівської культури Північного Причорномор'я. Слід зазначити, що при переливанні метал розливався по всій поверхні ливарної матриці і її доводилося ламати під час роз'єднання та виймання виробів. Отже, точність розливки є однією з необхідних умов для виливання доброякісних металевих виробів і довготривалості при використанні кам'яних ливарних матриць.

Особливе значення для лиття бронзових виробів мають з'єднання та сполучення двох половинок ливарної матриці. У нашому експерименті використовували бронзові та дерев'яні штифти. Виявилось, що дерев'яні штифти тримають весь процес лиття не гірше бронзових. Якщо в окремих випадках вони й згоряли, то це не мало наслідків для результатів виливки виробів ще й тому, що половинки з'єднаної ливарної матриці закріплювали у піску. У разі недостатньо щільного з'єднання половинок ливарної матриці розплавлений метал заповнював простір між ними (рис. 2, 3). Проте в разі ретельного з'єднання виливки були якісними (рис. 2, 2; 3, 2—5). Незначні зазори між половинками ливарної матриці були потрібні для такої технологічної функції, як відвід газів. На ливарній матриці з Побит Каміку (Болгарія) для виливання наверх на з'єднаних поверхнях у камені були прорізані тонкі канавки для відводу газів<sup>19</sup>.

Для виливання порожнистої втулки наконечника спису з глини було виготовлено вкладиш, який потім обпалили до температури 1000 °С. Литво показало, що витягти його після лиття з втулки неможливо, і його довелось розбити. Це, мабуть, і пояснює дуже значну рідкість їх знахідок у комплексах стародавніх майстерень пізньобронзової доби.

Цікавим заходом у пошуках поліпшення якості литва було підігрівання кам'яних ливарних матриць перед литтям металу до температури 300—500 °С, що нам порекомендували робітники-ливарники заводу. При цьому ливарні матриці витримують менші температурні навантаження, проходить рівномірніше нагрівання та застигання, краще відокремлення литва від матриць. Вироби при цьому стають більш «гладенькі» та рівні. Можна бути впевненими, що таким технологічним засобом користувались і стародавні майстри-ливарники. В усякому разі експерименти показали, що застосування раніше підігрітих ливарних матриць, окрім того, подовжує їх експлуатацію аж до 300—400 і більше виливок.

Найважливішим у наших експериментах було встановлення надійності і довготривалості талькових ливарних матриць при виливанні значної кількості однотипних бронзових виробів. Під час виливання металу в не підігріті раніше ливарні матриці вони витримували понад 30 виливок без якихось помітних змін на поверхні негативів. Зміни на поверхні стають помітними лише після 120 виливок бронзових виробів в одній ливарній матриці. Одна з матриць для виливання кинджалу (рис. 1, 2) витримала спочатку 200 виливок, а потім їх кількість в ній було доведено до 400. Поверхня негативів потемніла, з'явилися щербини та невеликі тріщини, які були дуже подібні до деяких негативів Красномаяцької ливарної майстерні.

Встановлення довготривалості та надійності талькових ливарних матриць для лиття бронзових виробів є вражаючим висновком наших експериментів. Це докорінно відрізняється від припущень деяких дослідників про те, що пара матриць тальнової ливарної форми могла витримати лише 10 виливок<sup>20</sup>. Отже, розрахунки потенційного випуску бронзових виробів ливарними майстернями сабатинівської культури пізньобронзової доби потрібно збільшити в 10—20 разів. Виходячи з розрахунків В.С. Бочкарьова та враховуючи наші експерименти, Красномаяцька майстерня, наприклад, могла виготовити 3300—6600, а Завадівська — 2400—4800 виробів. Використання трудомістких у виготовленні кам'яних ливарних матриць, на яких ґрунтувалося бронзоливарне виробництво сабатинівської культури у Північному Причорномор'ї, було економічно вигідним через надійність та порівняну довготривалість у використанні, що давало змогу масово виробляти різноманітні однотипні бронзові вироби, найбільший асортимент яких представлений ливарними матрицями Красномаяцької майстерні<sup>21</sup>.

Подальша обробка вилитих бронзових виробів у нашому експерименті зводилася до відділення затіків металу («задирка») та допоміжної обробки бронзових виробів (відковування, заточка). Краї кинджалів і наконечників списів після виливки були стовщені. Проковка без підігрівання краю лез кам'яними молотками на кам'яних плитках не призвела до позитивних наслідків. Кам'яні молотки починають кришитися, а на металевих лезах залишаються тільки невеличкі вм'ятини. Подальші операції провадилися у кузні, де бронзові вироби спочатку нагрівали до температури 300—400 °С. Наслідки такої «проковки» з підігріванням були більш надійними, хоча невдач було немало. Так, під час проковки було зламано штир кинджалу для кріплення держака. Не вдалося відтягнути і «вусики» на кинджалі (рис. 3, б), як це зроблено на перехресті екземпляру з Інгульського скарбу<sup>22</sup>. Розковування вилитих виробів свідчить про складність таких операцій на бронзових речах, які, імовірно, і в старовину через специфіку матеріалу навряд чи піддавалися значній обробці за допомогою кування. Менше утруднень трапляється під час заточування бронзових кинджалів та наконечника спису абразивними інструментами.

Для порівняння технологічних показників та можливостей глиняних і кам'яних ливарних матриць у нашому експерименті була виготовлена одна форма із шамотної глини з відтиском на ньому негатива кинджала. Половинки циліндричної матриці були висушені та обпалені до температури 400 °С. Виготовлення глиняних ливарних матриць є теж складним технологічним процесом, хоча нанесення негативів не займає настільки багато часу, як на кам'яних ливарних матрицях. Проте після виливання у глиняній матриці одного лише екземпляру кинджала вона була зламана. В іншому разі в глиняній матриці для виробництва простих шил вдалося зробити тільки 5 відливок. Глиняні ливарні матриці були основною технічною базою у бронзоливарній металургії зрубної культури. Не дивно, що на поселення цієї культури є приклади знахідок великої кількості глиняних ливарних матриць, які доводилося виготовляти у значній кількості<sup>23</sup>.

У зв'язку з експериментами з виготовлення талькових ливарних матриць і виливання у них бронзових виробів з'явилася можливість перевіряти причини появи почорніння («нагар») на негативах і навколо них, що дуже помітно майже на всіх ливарних кам'яних матрицях з Північного Причорномор'я. В.Ф. Петрунь не мав сумнівів щодо їх виробничого характеру, але вважав, що «нагар» з'явився внаслідок змащування поверхні жиром або смолою<sup>24</sup>. У нашому експерименті ливарні матриці нічим не змащувалися, але з'явилося почорніння негативів і площі навколо них, особливо на ливарних матрицях, що витримали 200—400



виливок (рис. 1, 2). Експериментальний нагрів талькових матриць до 1100 °С без заливання в них металу приводить до появи почорніння, а не почорніння поверхні. Цей ефект потребує подальших досліджень. На наш погляд, почорніння є результатом змін у структурі та хімічному складі тальку під час нагрівання металом і проникнення в товщу каменя газів з металу. Характер почорніння, його товщина, можливо, залежить від кількості виливок в одній і тій самій ливарній матриці, що можна використати для розробки нового методу встановлення кількості таких виливок по слідах почорніння («нагару»). Створення еталонів для цього визначення можливе лише експериментальним шляхом. Установлення кількості виливок за допомогою нового методу для майстерень пізньобронзової доби Північного Причорномор'я значно підвищило би об'єктивність оцінок обсягу їх виробництва.

Результати наших експериментів уперше засвідчили значну перспективність досліджень стосовно виробничих процесів бронзоливарного виробництва в стародавності, надійність та порівняно велику довготривалість хлорит-амфібол-талькових ливарних матриць, що використовували майстри сабатинівської культури<sup>25</sup>.

<sup>1</sup> Черных Е.Н. *Металлургические провинции и периодизация эпохи металла на территории СССР* // СА. — 1978. — № 4. — С. 53—82; Черных Е.Н. *История древнейшей металлургии Восточной Европы*. — М.: Наука, 1966. — С. 44—46.

<sup>2</sup> Рындина Н.В. *Древнейшее металлообрабатывающее производство Восточной Европы*. — М., 1974. — С. 136—141.

<sup>3</sup> Черных Е.Н. *Горное дело и металлургия в древнейшей Болгарии*. — София, 1978. — 254 с.

<sup>4</sup> Мерперт Н.Я., Пряхин А.Д. *Срубная проблема и лесостепь* // Археология восточноевропейской лесостепи. — Воронеж, 1979. — С. 9—14; Пряхин А.Д., Матвеев Ю.П. *Донская лесостепная срубная культура: становление, этапы развития* // Задачи советской археологии в свете решений XXIII съезда КПСС: Тез. докл. — М., 1987. — С. 208; Березанская С.С. *Культурно-хронологические взаимоотношения между сабатиновской и срубной культурами на территории Украины* // Задачи советской археологии в свете решений XXIII съезда КПСС: Тез. докл. — М., 1987. — С. 38.

<sup>5</sup> Черняков И.Т. *Северо-Западное Причерноморье во второй половине II тыс. до н. э.* — Киев, 1985. — С. 11—171; Шарафутдинова И.Н. *Сабатиновская культура* // С.С. Березанская, В.В. Отрошенко, Н.Н. Чередниченко и др. *Культуры эпохи бронзы на территории Украины*. — Киев, 1986. — С. 83—116.

<sup>6</sup> Черных Е.Н. *Металлургические провинции...* — С. 53—82.

<sup>7</sup> Пряхин А.Д., Сагайдак В.И. *Металлообрабатывающая мастерская на поселении срубной культуры* // СА. — 1975. — № 2. — С. 176.

<sup>8</sup> Шарафутдинова И.Н. *Указ. соч.* — С. 105.

<sup>9</sup> Черняков И.Т. *Экспериментальные работы по изготовлению литейных форм и литья бронзовых изделий* // Новейшие открытия советских археологов: Тез. докл. — Киев, 1975. — Ч. 3. — С. 26—29.

<sup>10</sup> Черняков И.Т. *Техника изготовления литейных форм и металлических изделий в Северном Причерноморье* // Памятники эпохи бронзы юга европейской части СССР. — Киев, 1967.

<sup>11</sup> Черных Е.Н. *Древняя металлообработка на юго-западе СССР*. — М., 1976. — С. 178.

<sup>12</sup> Черняков И.Т. *Красномяцкий клад литейщика* // КС ОАМ. — Одесса. — 1965.

<sup>13</sup> Петрунь В.Ф. *Петрография и некоторые проблемы материала литейных форм эпохи поздней бронзы из Северного Причерноморья* // Памятники эпохи бронзы юга европейской части СССР. — Киев, 1967.

<sup>14</sup> Шуман В. *Мир камня. Горные породы и минералы*. — М., 1986. — С. 42.

<sup>15</sup> *Технология керамики и огнеупоров*. — 2-е изд. — М., 1954; Бочвар А.А. *Металловедение*. — М.;Л., 1940.

<sup>16</sup> Черняков И.Т. *Техника изготовления...*

<sup>17</sup> Черняков И.Т. *Красномяцкий клад...*

<sup>18</sup> Черняков И.Т. *Техника изготовления...*

<sup>19</sup> Черных Е.Н. *Горное дело...* — С. 246. — Рис. 691.

<sup>20</sup> Бочкарев В.С. *К истории металлообрабатывающего производства в эпоху поздней бронзы в Северо-Западном Причерноморье* // Домашние промыслы и ремесла. — Л., 1970. — С. 7—10.

<sup>21</sup> Бочвар В.С. *Указ. соч.* — С. 105—117.

<sup>22</sup> Сыманович Э.А. *Ингульский клад* // СА. — 1966. — № 1. — С. 129. — Рис. 2, 13.

<sup>23</sup> Пряхин А.Д., Сагайдак В.И. *Указ. соч.* — С. 176.

<sup>24</sup> Петрунь В.Ф. *Указ. соч.* — С. 187.

<sup>25</sup> *Шарафутдинова И.Н.* Каменные литейные формы и производственный прогресс (по материалам Северного Причерноморья второй половины II — начала I тыс. до н. э. // Культурный прогресс в эпоху бронзы и раннего железа: Тез. докл. — Ереван, 1982; *Шарафутдинова И.Н.* Об изготовлении литейных форм эпохи бронзы в Северном Причерноморье // Археология, 1985. — № 49.

*Одержано 08.03.1992*

*И.Т. Черняков, В.Ф. Елисейев*

#### ОПЫТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И ЛИТЬЯ БРОНЗОВЫХ ИЗДЕЛИЙ САБАТИНОВСКОЙ КУЛЬТУРЫ

В статье описываются экспериментальные работы по изготовлению матриц из камня и глины, литья в них бронзовых предметов с целью реконструкции полного процесса бронзолитейного производства, особенностей его технологии, трудоемкости, экономичности некоторых операций.

Основным результатом экспериментов стало установление долговечности и надежности тальковых литейных форм. Расчеты потенциального выпуска бронзовых изделий литейными мастерскими сабастиновской культуры необходимо увеличить в 10—20 раз. Красномаяцкая мастерская, например, могла изготовить 3300—6600 изделий, а Завадовская — 2400—4800. Использование трудоемких в изготовлении каменных литейных матриц было экономически выгодным в силу надежности и долговечности, что позволяло изготавливать в массовом количестве разнообразные однотипные бронзовые изделия, наибольший ассортимент которых представлен литейными матрицами Красномаяцкой мастерской.

*I.T. Cherniakov, V.F. Yeliseyev*

#### THE EXPERIMENTS ON MANUFACTURING THE MOULDS AND CASTING THE BRONZE WARES OF SABATINOVKA CULTURE

The article deals with the description of experiments on production of stone and clay matrixes and casting the bronze wares with them for the purpose of reconstructing the process of bronze-casting manufacturing, peculiarities of its technology, laborious and economizing operations.

The main result of the experiments was the defining of longevity and durability of the talcous moulds. The calculations of the potential manufacture of the bronze wares by the casting workshops of the Sabatinovka culture should be increased from 10 to 20 times. Krasnomayatskaya workshop, for instance, could have produced from 3300 to 6600 wares and Zavadovskaya one could have done from 2400 to 4800 wares. The usage of laborious in making stone mould matrixes was economically advantageous owing to their durability and longevity that was able to produce the bronze wares of the same type in the greatest number which was presented by the mould matrixes of the Krasnomayatskaya workshop.

**В.М. Войнаровський**

## ДАВНЄ ЧИНБАРСТВО НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*У статті розглянуто результати досліджень чинбарського спеціалізованого комплексу черняхівської культури III—IV ст. біля с. Добринівці.*

Археологічні методи дослідження стародавньої історії не дають змоги реконструювати на сучасному етапі повний ланцюжок процесу формування етносу, звичаю, соціальних відносин, які є надзвичайно складними, мінливими. Найоб'єктивнішим є висвітлення за допомогою археологічних засобів рівня розвит-

© В.М. ВОЙНАРОВСЬКИЙ, 2003