

## SILVER PHIALE FROM SEMYKINA MOHYLA

The article is devoted to the publication of a Scythian mound Semykina Mohyla excavated in 1974 to the east from Dniprorudne city in Zaporizzhya Oblast, with two burial structures, robbed in antiquity.

The nearest surrounding of Semykina Mohyla consists of burial mounds in Zlatopol village, Dniprorudne city, and Kazena Mohyla barrow. Such concentration of sites is caused by the vicinity of favourable living conditions in ancient flats of Velekyi Luh between the Dnipro and Konka Rivers. On the other hand, the barrows were constructed in the area of the best pastures in former motley grass and fescue and feather-grass steppe.

A warrior's burial in a branch catacomb was specially analysed. A set of bronze arrowheads and a silver phiale of its inventory have preserved.

A special attention is paid to the silver phiale standing near the funeral food, it is an object of a special research. The peculiarities of its decoration, technology of production, its size, and partly the weight of phiale from Semykina Mohyla are close to the finds from Bashova Tumulus in Thrace, in Kuban region (the Museum of Maykop), and from cache in Chmyreva Mohyla. This fact allows the authors to date the vessel to the first half of the 4<sup>th</sup> c. BC, most likely to the first quarter of the century.

The proximity of motifs in decoration of phialai from the cache of Chmyreva Mohyla and the phialai from Semykina Mohyla give the ground to suggest, if not Asia Minor centre of their manufacture, then at least, the Asia Minor origin of the vessel.

The date of the burial complex based on the shape of a burial structure, location of the barrow in a range of the Lower Dnipro kurgans, and on the arrowheads found in it, may be determined in frames of the last quarter of the 4<sup>th</sup> c. BC. Consequently, silver phiale from Semykina Mohyla belongs to somewhat earlier period, and is at least two or three decades and maximum — almost a century older than the burial.

Finally, the finds of metal phialai in the Scythian period barrows of the North Pontic area are discussed.

## О.Є. Златогорський, С.Д. Панишко

### СОПЛА З ЖИДИЧИНА

*Вводиться до наукового обігу колекція сопел, які відображають рівень металургійного виробництва в районі Луцька у XIV ст.*

*К л ю ч о в і с л о в а: Східна Європа, Волинь, XIV ст., сопла, металургія, технологія, дуття, горно*

Слова Даниїла Заточника, якого М.М. Тихоміров вважав вихідцем із ремісничих кіл, «*не огонь творить ражежение железу но надымание мешное*» (Изборник 1969, с. 232), демонструють чудове розуміння технології металургійного виробництва давньоруськими майстрами: не вогонь творить залізо, а процес дуття, який, підвищуючи температуру в горні, створює умови для його відновлення з руди. Однією з ланок цієї технології було сопло, через яке надходило повітря з міха до розжареного горна.

Коло джерел з історії давньоруської металургії на території України обмежене. Це матеріали з Григорівського поселення, яке датується дещо ранішим часом, Колонщини, Кременища (Бідзіля, Паньков 2000; Паньков 2003).

Долучаються також матеріали з поселення Лопатна у Молдові, яке, хоча й було слов'янським, та все ж його металургія базувалася на інших принципах (Паньков 2003, с. 98). Останнім часом активно досліджується металургія давньоруського Києва, де виділено понад 20 об'єктів, пов'язаних із цим виробництвом (Паньков 2003а; 2007; Вознесенська, Паньков 2004; 2008). Але сопла згадуються нечасто. На цьому тлі унікальною є колекція керамічних сопел, виявлена поблизу Луцька (Златогорський 2008).

У 2008 р. у зв'язку з будівельними роботами Волинською філією ДП НДЦ ОАСУ здійснено розкопки у с. Жидичин Ківерцівського р-ну Волинської обл. Досліджена ділянка площею 56 м<sup>2</sup> розташована на високому правому корінному березі р. Стир за 0,6 км на північний схід від городища, що є залишками літописного Жидичи-

на, та за 0,1 км на схід від Миколаївського монастиря, згаданих у літописі під 1227 р. (ПСРЛ Т. 2, стб. 751). Топографія давньоруського Жидичина вивчена недостатньо, однак є всі підстави вважати, що вказана ділянка лежить за межами окольного міста на території посаду. Досліджено дві споруди, в одній і виявлено сопла.

Споруда 2 (рис. 1) зафіксована на глибині 0,6 м від сучасної поверхні на рівні материка. Мала овальну в плані форму розмірами 3,2 × 2,4 м. Висота вертикальних земляних стін котлована 0,7 м від долівки. Долівка загалом рівна, не утрамбована, у ній траплялися невеликі овальні заглиблення.

У південно-східній частині споруди виявлено велике монолітне скупчення, яке складалося з сирі та випаленої глини, зокрема уламків стінок зруйнованого опалювального пристрою, та гумусу. Скупчення мало видовжену з південного заходу на північний схід форму з увігнутим верхом. Довжина його 1,25 м, ширина 0,8 м, висота 0,7 м. Тут, як і у заповненні споруди, виявлено фрагменти сопел зі слідами використання. Хоча у межах скупчення великі фрагменти їх і не лежали компактно, проте майже всі сопла були однаково орієнтовані — розтрубом до центру споруди.

У нижній частині скупчення на долівці стояв горщик середньовидовжених пропорцій (рис. 2, 1). Висота 15,5 см, діаметр тулуба 15,5 см, вінців — 14,5 см. Вінця зсередини мають заглиблення для покриття. Верхню частину тулуба орнаментовано лініями, сформованими у процесі виготовлення горщика на гончарному крузі. Тісто та випал високої якості, поверхня сіра. Горщик можна датувати XIV ст.

Котлован був заповнений гумусованим, насиченим попелом супіщаним ґрунтом, у якому виявлено фрагменти гончарної кераміки (рис. 2, 2—5), шматки шлаку та дві криці (рис. 3), сопла, а також невипалену земляну кульку діаметром 4,5 см. Сопла та їхні фрагменти траплялися у північно-східній частині споруди навколо скупчення глини. Кераміка із комплексу за формою вінець і технологічними ознаками датується XIII—XV ст.

**Опис сопел.** Загалом виявлено та реставровано чотири цілих та 27 фрагментів сопел. Усі вони мають сліди використання.

1. *Сопло 1* (рис. 4, 1), довжина 23,0 см. З-поміж інших виділяється широким розтрубом овальної форми діаметром до 7,0 см та потовщенням у передній округлій у перетині частині до 4,5 см. Сопло і його внутрішній канал

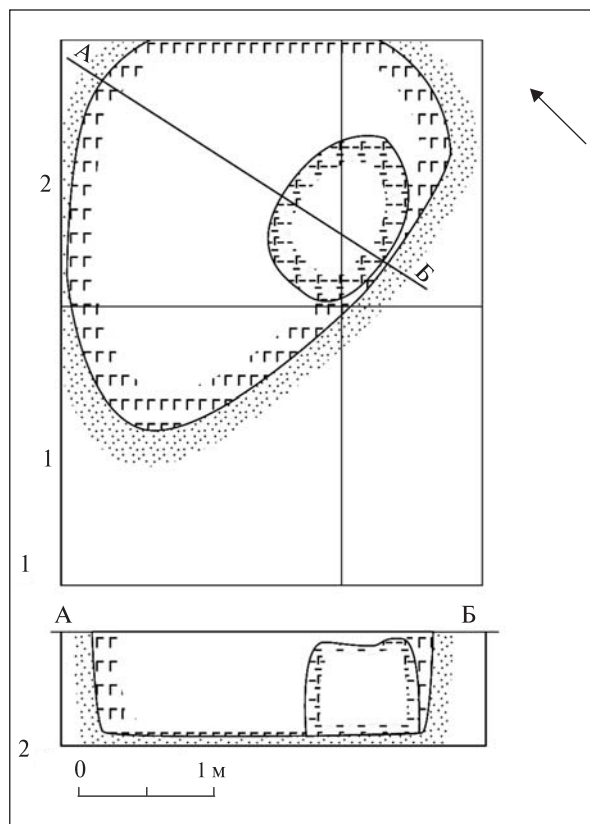


Рис. 1. Жидичин. План і перетин споруди 2

дещо вигнуті. Діаметр каналу 2,2 см. Поверхня заглажена. Тісто високої якості без видимих домішок.

2. *Сопло 2* (рис. 4, 2), довжина 23,5 см. Поверхня нерівна, недбало оформлена стисканням долонею, через що його діаметр коливається в межах 4,0—4,5 см. Канал ледь помітно вигнутий, діаметр 2,4 см. Розтруб у задній частині ледь виділено, але загалом він має добре виражену гранчасту форму (чітко простежується шість граней). Тобто, при виготовленні сопла лишки тіста на розтрубі зрізано не одним кільцевим рухом, а шістьма послідовними відсіканнями їх. Тісто однорідне, без видимих домішок.

3. *Сопло 3* (рис. 4, 3), довжина 24,5 см, діаметр 4,0—4,5 см. Канал має конусоподібну форму з діаметром біля розтруба 2,5 см та 2,0 см на кінці. Вціліла частина розтруба вказує на його округлу форму. З внутрішнього боку він був оформлений додатковим заглажуванням. Поверхня трохи нерівна. Тісто доволі грубе, з дрібними включеннями мінеральних домішок, є пористі, що утворилися внаслідок вигорання дрібних органічних домішок. У середній частині тіла є поперечна лінія завдовжки 4,0 см та завширшки 0,2 см, прокреслена до випалу. Пропечена під дією високої температури частина сопла ся-

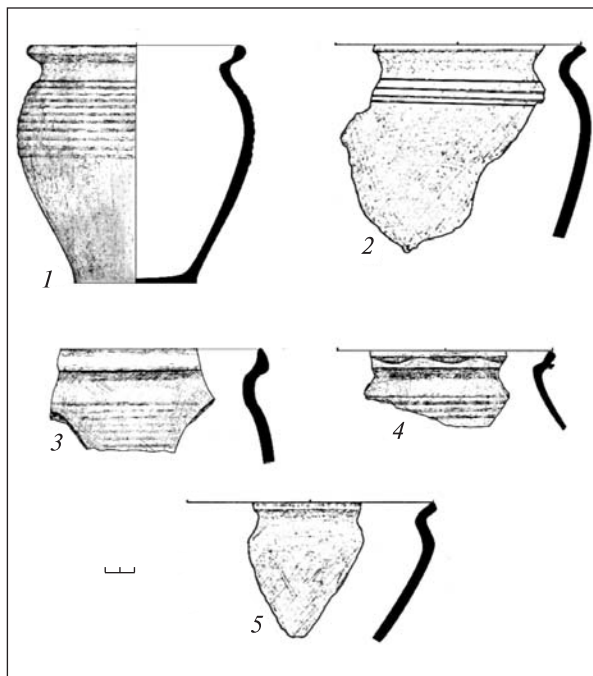


Рис. 2. Кераміка зі споруди 2

гає половини його довжини. По всій поверхні помітні дрібні плями від залізного шлаку.

4. *Сопло 4* (рис. 4, 4), довжина 20,5 см, діаметр близько 4,0 см, поверхня трохи нерівна, заглажена. Розтруб ледь розхилений, діаметром 5,0 см, сформований із середини круговим загладуванням. Дещо вигнутий канал має діаметр 2,5 см. Сопло виготовлено з тіста доброї якості, домішки не помітні. Пропечене майже до половини довжини.

5. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 5, 1) завдовжки 20,5 см, діаметр 4,5 см, діаметр каналу у місці зламу 2,2 см. Поверхня сформована здавленням рукою, трохи заглажена. Розтруб слабо виражений, округлий, діаметр 5,7 см.

6. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 5, 2) завдовжки 18,0 см, діаметр 4,8 см, канал у місці зламу овальної в перетині форми, розмір  $2,4 \times 2,0$  см. Поверхня нерівна, грубо заглажена. Розтруб овальний, виражений слабо, з одного боку приплюснутий (під час просихання), діаметр 5,4 см.

7. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 5, 3) завдовжки 16,0 см, діаметр 4,0 см, каналу — 2,0 см. Поверхня заглажена. Розтруб слабо виражений, округлий, діаметр 4,7 см.

8. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 5, 4) завдовжки 14,5 см, діаметр 4,3 см. Канал овальний в перетині, розмір  $2,3 \times 2,0$  см. Розтруб добре виражений, овальний, діаметр 6,0 см. Поверхня нерівна, зі слідами загладування. На зламі стінки триколірні.

9. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 6, 1) завдовжки 17,0 см, діаметр 4,3 см, каналу — 2,3 см. Розтруб виражений слабо, діаметр 5,0 см. Поверхню старанно заглажено.

10. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 6, 2) завдовжки 21,0 см, діаметр 4,6 см, каналу — 2,0 см. Поверхню сформовано стискуванням долонею. З одного боку є сліди поздовжнього загладування, з інших — поверхня нерівна. На зламі видно тріщину від з'єднання країв заготовки. Розтруб середньо виражений, овальний на кінці, діаметр 6,0 см.

11. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 6, 3) завдовжки 11,5 см, діаметр 4,5 см, каналу — 2,4 см. Поверхня заглажена. Розтруб виражений слабо, округлий, діаметр 5,2 см. Край розтруба після відрізання лишків із внутрішнього боку був поправлений загладуванням.

12. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 6, 4) завдовжки 16,0 см, діаметр 4,5 см, каналу — 2,3 см. Поверхня заглажена. Розтруб слабо виражений, округлий, діаметр 5,5 см. Його край обрізано не горизонтально, а навскіс.

13. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 7, 1) завдовжки 11,0 см, діаметр 4,2 см, каналу — 2,1 см. Поверхня хоч і не зовсім рівна, але старанно заглажена, світло-сіра. Розтруб виражений середньо, близький до підквадратного зі сторонами  $5,0 \times 4,7$  см. Стінки на зламі триколірні.

14. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 7, 2) завдовжки 11,0 см, діаметр 3,7 см, каналу — 2,3 см. Поверхня нерівна, трохи заглажена. Тісто порівняно з іншими дещо кращої якості. Стінки тонкі, хоча сопло виготовлене недбало. Розтруб добре виражений, овальний, діаметр 5,2 см.

15. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 7, 3) завдовжки 10,0 см, діаметр 4,7 см, каналу — 2,2 см. Виходячи із вцілілої частини, розтруб слабо виражений.

16. *Фрагмент верхньої частини сопла* (рис. 7, 4) завдовжки 8,0 см, діаметр 4,2 см, каналу — 2,2 см. Розтруб слабо виражений, діаметр близько 5,0 см.

17. *Фрагмент нижньої частини сопла* (рис. 8, 1, 2) завдовжки 9,5 см, діаметр 4,5 см, каналу — 2,1 см. З одного боку є поздовжня тріщина, яка утворилася під дією високої температури на місці з'єднання країв заготовки, з іншого — прикипильний шматок стінки горна. За цим можна встановити глибину, на яку сопло вставляли в горно, — як мінімум 3,0 см. Кінець дуже оплавлений.

18. *Фрагмент нижньої частини сопла* (рис. 8, 3) завдовжки 8,2 см, діаметр 4,4 см, каналу — 2,1 см.

19. *Фрагмент нижньої частини сопла* (рис. 8, 4) завдовжки 8,0 см, діаметр 4,5 см, овальної

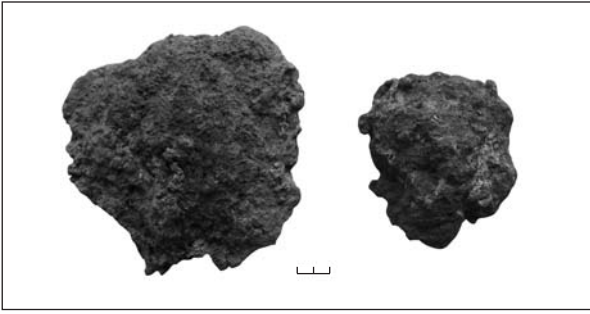


Рис. 3. Криці зі споруди 2

форми канал розміром  $2,3 \times 2,1$  см. Зовні помітні дрібні вкраплення блискучого металу.

20. *Фрагмент нижньої частини сопла* (рис. 8, 5) завдовжки 5,5 см, діаметр 4,0 см, каналу — 1,9 см. З одного боку в каналі є накип шлаку, у цьому місці край практично вигорів.

21. *Фрагмент нижньої частини сопла* (рис. 8, 6) завдовжки 4,0 см, діаметр 4,3 см, дуже оплавлений зовні і зсередини. Стінки каналу вкриті шлаком, через що встановити його діаметр важко. Нині він сягає 2,2 см, а до використання був дещо більшим.

22. *Поздовжня половина закінчення сопла* (рис. 9, 1) завдовжки 7,0 см, діаметр 4,7 см, каналу — 2,2 см. У каналі впродовж 5,0 см від краю суцільний шар запеченого шлаку завтовшки до 0,4 см. Зовні є також прикипілий шлак.

23. *Поздовжня половина закінчення сопла* (рис. 9, 2) завдовжки 9,0 см, діаметр 4,7 см, каналу — 2,2 см, товщина стінок 0,8 і 1,7 см. Зовні, за 3,0 см від краю, є сліди прикипілої стінки горна. Кінець дуже обгорілий. Ближче до місця зламу помітні сліди принаймні двох граней.

24. *Поздовжня половина закінчення сопла* (рис. 9, 3) завдовжки 8,0 см, діаметр 4,2 см, каналу — 2,4 см. Має сліди повторного використання: край обламаний (очевидно, те сталося в момент виймання зі стінки горна), але після цього сопло ще використовували, і місце зламу вкрилося шаром шлаку.

25. *Поздовжня половина закінчення сопла* (рис. 9, 4) завдовжки 6,5 см, діаметр 5,0 см, каналу — 2,4 см. Злам з одного боку рівний, що, можливо, вказує на місце з'єднання заготовки.

26. *Фрагмент середньої частини сопла* (рис. 9, 5) завдовжки 8,0 см, діаметр 4,2 см, каналу — 2,2 см. Поверхня гранчаста: 10 прогладжених граней.

27. *Невеликий фрагмент середньої частини сопла* має доволі рівну поверхню та округлий у перетині канал. Діаметр 4,4 см, каналу — 2,4 см.

28. *Невеликий фрагмент середньої частини сопла*, діаметр 4,1 см, овальний у перетині канал  $2,1 \times 2,3$  см.

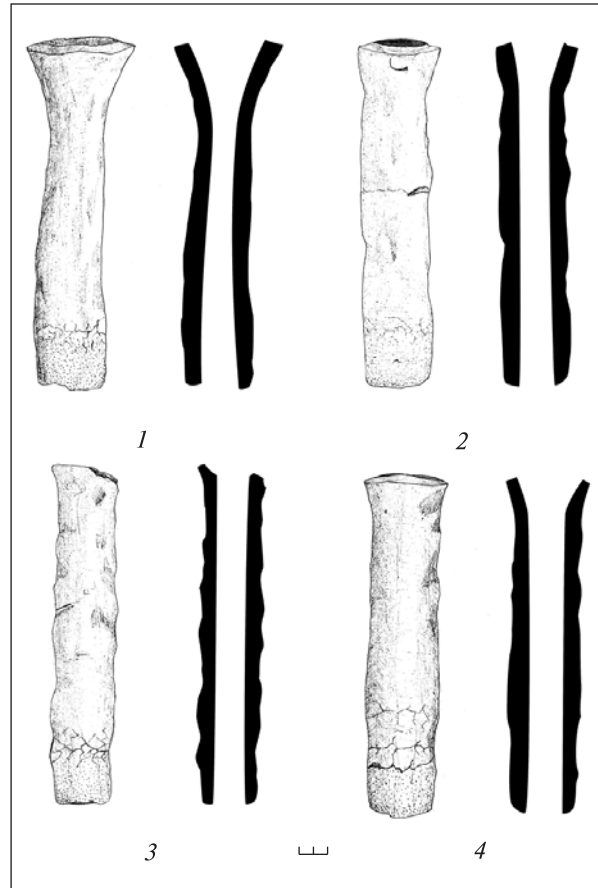


Рис. 4. Цілі сопла

29. *Невеликий фрагмент середньої частини сопла*, діаметр 4,7 см, овальний у перетині канал  $2,2 \times 2,4$  см.

30. *Невеликий фрагмент середньої частини сопла* з відносно рівною поверхнею. Діаметр 4,3 см, каналу — 2,2 см.

31. *Невеликий фрагмент середньої частини сопла* з відносно рівною поверхнею. Діаметр 4,4 см, каналу — 2,0 см.

**Аналіз сосел.** При спробі виділити критерії для класифікації сосел слід враховувати її потенційну інформативність щодо двох процесів — виготовлення самого сопла та його використання. Оскільки маємо справу з мобільною групою артефактів, важливо співвіднести перше з другим, аби з'ясувати призначення виробів (для конкретного майстра, об'єкта чи під певну технологію). Але всі сопла мають сліди дії високої температури, що змінило їхній зовнішній вигляд. Зміни найменше торкнулися верхніх частин, найбільше — оплавлених кінців. Відтак, для з'ясування технології виготовлення сосел та їхньої характеристики найпридатнішими є верхні частини, для аналізу їх використання — ошлаковані кінці.

**Параметри і технологія виготовлення.** Традиційною є характеристика виробів за розмі-

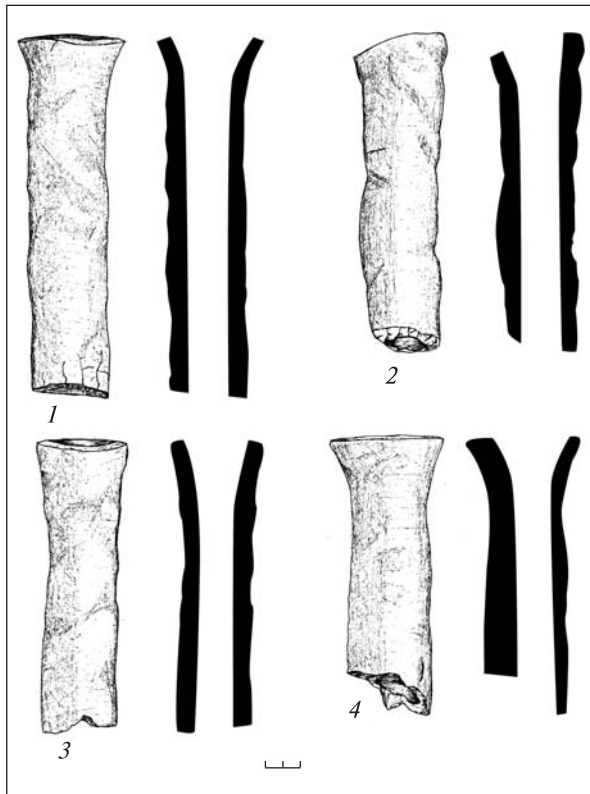


Рис. 5. Фрагменти сопел

рами. Інформацію про це подано у таблиці. Але кожне сопло було індивідуальним виробом, оскільки формувалося вручну, тож навряд чи вдасться знайти два однакових. Однак деякі тенденції намічаються.

Довжина вцілілих сопел дозволяє виділити дві групи: «довгі» (23,0–24,5 см) представлено зразками 1–3 і двома фрагментами (5 і 10), «короткі» — соплом 4 завдовжки 20,5 см.

Для характеристики сопел за діаметром маємо більше інформації. Але, оскільки їх формували вручну, діаметр (і товщина) окремих ділянок різні, хоч і коливаються, як правило, у незначних межах. Винятком є тільки сопло 1 оригінальної форми з помітним потовщенням у напрямку кінця. Діаметр сопел (без трьох перших та 10-го, де він неоднаковий) коливається в межах 3,7–5,0 см і становить у середньому 4,47 см. Але, за винятком двох, вони (рис. 10) вкладаються в межі 4,0–4,8 см, більше того, 16 фрагментів (57 %) мали діаметр від 4,2 до 4,5 см. Параметри цілих зразків 1–3 також збігаються з цими, а діаметр сопла 10 є більшим за верхню межу всього на 0,1 см. Таким чином, більшість виробів мали діаметр 4,2–4,5 см.

Нам не вдалося знайти в літературі характеристики сопел за розміром розтруба. Очевидно, це можна пояснити незначною кількістю знахідок, введених у науковий обіг. Матеріали

з Жидичина дозволяють висвітлити параметри 16 розтрубів. Оскільки їх формували (втягували та обрізали лишки на заготовці) вручну, вони мають не зовсім правильну округлу форму. Як видно з розподілу (рис. 11), ширина розтруба доволі мінлива — від 4,7 до 7,0 см, але майже половина (7 екз.) вкладаються в 5,0–5,2 см.

Встановлення об'єктивних критеріїв промірів розтрубів потребує спеціальної розробки, однак, думаємо, що вже зараз можна згрупувати сопла за розширенням розтруба стосовно діаметра каналу. Цей критерій добре сприймається візуально. Мав він, очевидно, і функціональне значення, оскільки від ступеня розширення розтруба залежала зручність і надійність прикріплення сопла до міха. Цю характеристику можна виразити умовним коефіцієнтом, отриманим діленням найбільшої ширини розтруба на діаметр каналу сопла. Розподіл цього коефіцієнта (рис. 12) демонструє його розмитість, і лише умовно можна виділити три групи форм розтрубів. Перша — добре виражені, які мають коефіцієнт 1,39–1,44 (3 екз.); друга — середньо виражені з коефіцієнтом 1,12–1,31 (11 екз.); третя — ледь виражені — представлена 1 екз. з коефіцієнтом 1,06.

Внутрішній діаметр каналу піддається промірам практично на всіх вцілілих зразках і фрагментах. Можна говорити про дві форми каналу — круглу (округлу) в перетині, яка є провідною, та овальну, зафіксовану на 6 екз.

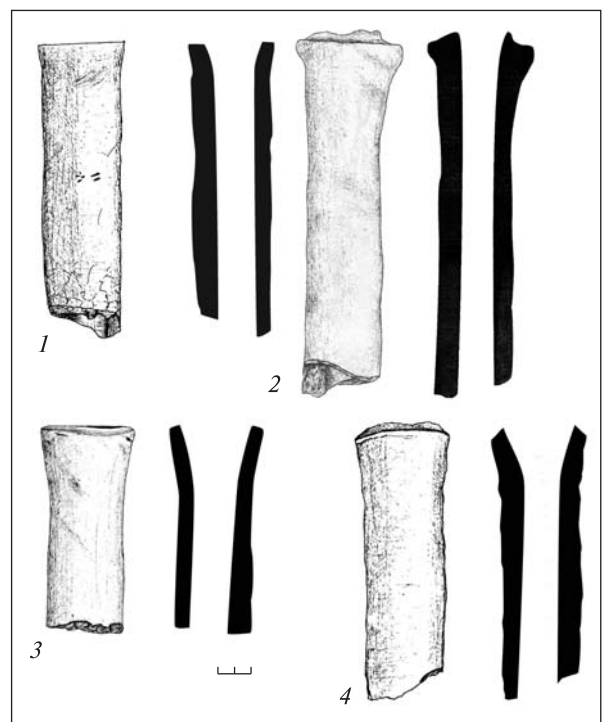


Рис. 6. Фрагменти сопел

Найточніше діаметр каналу можна визначити на місці зламу у середній частині сопла. На переході у розтруб він дещо ширший, а на оплавленому кінці — вузкий і деформований під дією високої температури. Відтак (табл.), діаметр каналу коливається в межах 1,9—2,5 см і в середньому складає 2,2 см. Але вкладається цей показник головню у 2,0—2,4 см (рис. 13), зокрема й розміри овальних у перетині каналів, не відкладені на графіку. Що важливо, 9 екз. із 25 округлих у перетині (36 %) мають однаковий діаметр — 2,2 см.

Сопла були чи не найважливішим елементом металургійного виробництва, оскільки забезпечували передачу холодного повітря від міха до розпеченого горна. Високі вимоги до них передбачали застосування відповідних технологій для їхнього виготовлення. Обстеження внутрішньої поверхні каналів та розтрубів дає підстави говорити, що сопла виготовляли таким чином: на матрицю наліплювали заготовку з глиняного тіста, дещо розтягуючи її на ділянці розтруба та з'єднуючи її кінці. Після цього сопло обтискали руками, загладжували зовні, принаймні у місці з'єднання країв заготовки, та обрізали лишки на краю розтруба.

Матрицею слугував шаблон (виготовлений, очевидно, з дерева на токарному верстаті) у вигляді стрижня з конусоподібним потовщенням на кінці. Використання шаблонів для формування сопел було досить поширеним явищем. Так, для виготовлення таких виробів трикутної та чотирикутної у перетині форми застосовували спеціальні форми (Бідзіля, Паньков 2000, с. 104). Всі сопла з Жидичина, за винятком одного гранчастого, є округлими, що вказує на високий ступінь їх уніфікації та стандартизації. Проте для їх виготовлення скористалися декількома матрицями, оскільки їхні параметри, зокрема внутрішній діаметр каналу та форма розтруба, різняться, хоча, як вказувалося, все ж простежується тяжіння діаметру до 2,2 см.

Виділити серії матриць для виготовлення сопел за формою конусоподібного потовщення на кінці, яке надавало різного профілю розтрубу, складно. Адже навіть коли кілька виробів формували на одній матриці, то лишки могли відрізати на різній відстані від початку розширення. Тобто, сформовані на одній матриці вироби матимуть однаковий діаметр внутрішнього каналу, але можуть мати різну висоту розтруба і, відповідно, різний його діаметр на кінцях. Стосовно довжини матриць можна припустити, що вона була дещо більшою, ніж виготовлене на ній сопло.

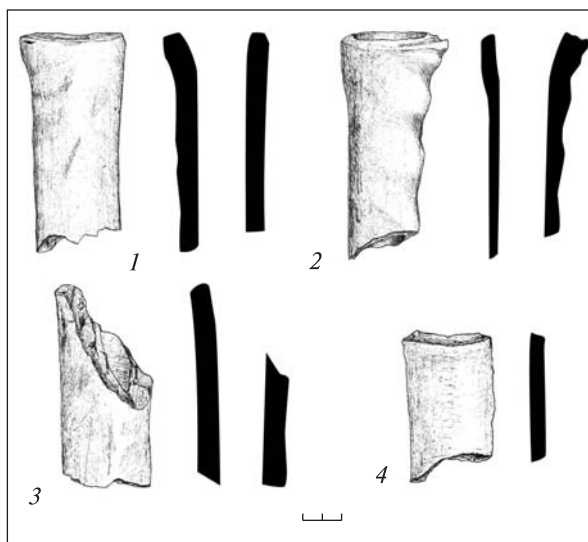


Рис. 7. Фрагменти сопел

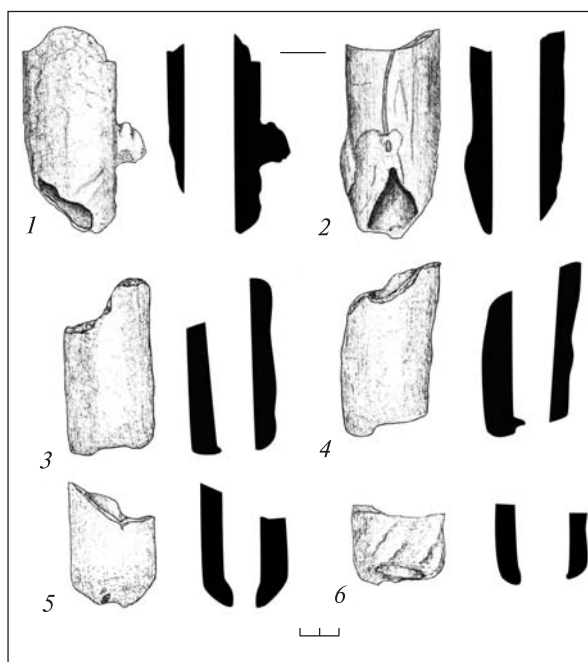


Рис. 8. Фрагменти сопел

Заготовка мала вигляд розрівняного глиняного «коржа», який наліплювали на матрицю. Усі фрагментовані зразки виготовлено з грубого тіста з домішками дрібних вапнякових включень, хоча вміст їх у тісті різних сопел неоднаковий. Можна з певністю говорити, що заготовці надавали визначеної форми і товщини. На задану ширину вказує спосіб скріплення її країв після обгортання навколо матриці. Вигляд тріщин на фрагментах 17 та особливо 10 засвідчує, що їх з'єднували не накладанням країв один на одний, а впритул. На це само опосередковано можуть вказувати кілька фрагментів (22—25) у вигляді напіл розколо-

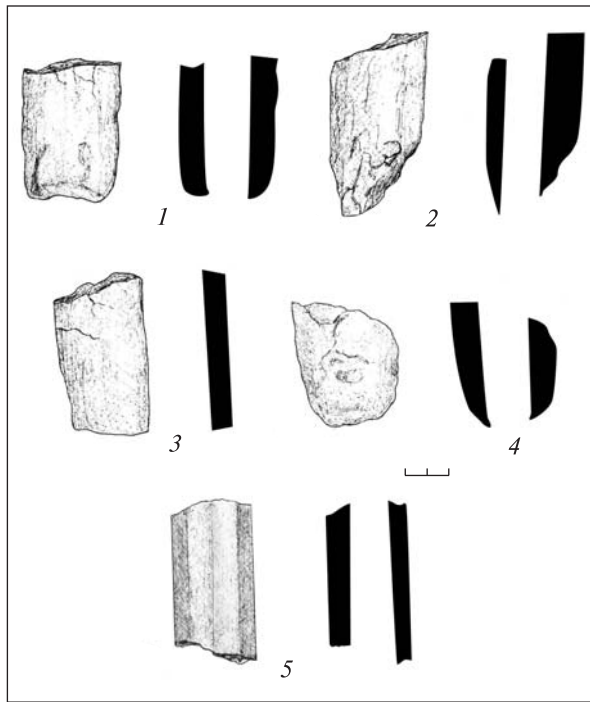


Рис. 9. Фрагменти сопел

тих уздовж закінчень сопел з відносно рівною лінією розлому. Місце з'єднання загладжували. Виходячи з відомої формули  $C=2\pi r$ , можна встановити ширину заготовки — приблизно 14 см.

Якщо діаметр сопла становив у середньому 4,4 см, а діаметр каналу — близько 2,2 см, то вже на етапі формування заготовки їй надавали товщину близько 1/4 діаметру сопла. Здебільшого вона і є такою. Але в разі більшої товщини однієї стінки загальний діаметр урівноважували меншою товщиною іншої (фрагменти 6, 9 і 10).

Після з'єднання кінців обгорнутої навколо матриці заготовки сопло обтискали долонями, а на ділянці розтруба додатково розтягували, через що стінки у цьому місці зазвичай тонші, лишки глини на кінці обрізали. Оформлення країв різне. Є зразки зі старанно зрізаними та заглаженими краями (приміром, фрагменти 9, 11 і 13) і з дуже грубо та недбало обрізаними, інколи навіть не до кінця, краями (фрагменти 6, 10, 12 і 14). Решта займають проміжне місце, їхні краї, як правило, косо зрізані і не заглажені або слабко заглажені.

Після зняття з матриці майже всі сопла зберегли свою первинну форму, окрім 8 та 14, розтрубам яких після цього надали підтрикутної форми, та фрагмента 6, розтруб якого трохи сплющився під час підсихання. Окрім цього, розтруб сопла 3 має чіткі сліди розтягування після зняття з матриці. Очевидно, знімати соп-

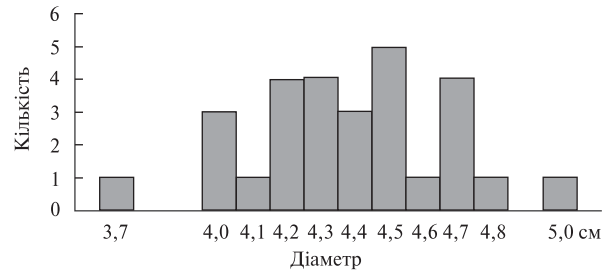


Рис. 10. Розподіл сопел за зовнішнім діаметром каналу

ла з матриці не завжди було просто. При вивільненні виробу, що щільно прилягав до неї, внутрішній канал міг набувати овальної форми (3, 6, 8, 19, 28 і 29). Щодо внутрішнього оформлення розтруба звернемо увагу на сопло 2, яке, як вказувалося, було дуже грубо оформлене. Але його виготовлено на матриці досконалої форми та обрізано явно професійним рухом.

Встановити первинний вигляд країв сопел не можна — вони ошлаковані. Очевидно, форма закінчення не мала суттєвого значення, оскільки його глибоко вставляли в горно: на 3,5—4,0 см.

На заключному етапі формування поверхню сопла іноді загладжували, а інколи навіть підлощували (фрагменти 9 і 13). Однак більшість має нерівну поверхню. Середньо заглажені вироби, як правило, мають широкий розтруб (1, 4, 5 і 14).

Первинний випал сопел можна визначити тільки за верхніми частинами, що не були під дією високої температури в момент використання. За кольором зламу (світло-сірий) більшість випалено рівномірно. Тільки окремі фрагменти на зламі триколірні — світло-сірі по краях та темні всередині. Зверху сопла світло-сірі або світло-брунатні.

Відмітимо деякі морфологічні особливості виробів. Насамперед, привертає увагу сопло 1. Воно має дуже великий розтруб і дещо вигнутий канал, що розширюється до кінця. Сопло є унікальним і за іншими ознаками, але воно не стало взірцем при виготовленні інших. Його оформлено досконало, у певному сенсі, навіть надмірно. Проте за функціональними властивостями воно нічим не вирізняється, за винятком великого розтруба, який полегшував прикріплення до міха. Вирізняються також сопло 2 та близькі до нього сопло 3 і фрагменти 6, 10, 14. Їхню поверхню оформлено дуже грубо, вона нерівна та ледь заглажена. Канал зразка 10 дещо викривлений. Вони масивні, хоча фрагмент 14 тонкостінний і походить від невеликого виробу. Водночас, хоча сопло 2 зовні дуже грубе, його виготовлено на досконалій

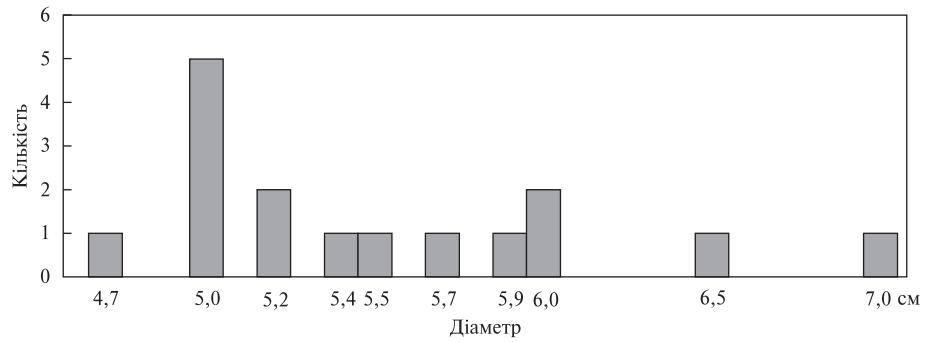


Рис. 11. Розподіл сопел за діаметром розтруба

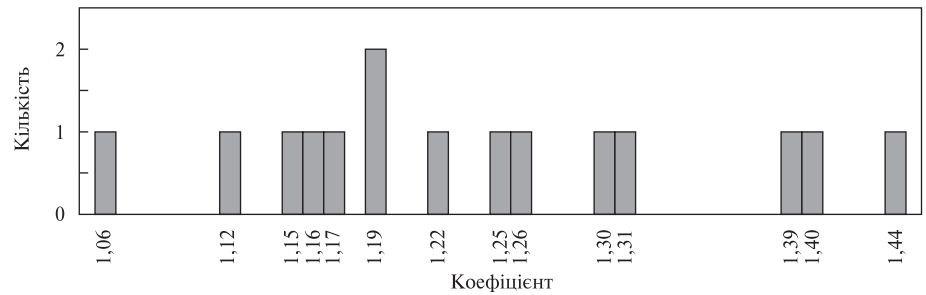


Рис. 12. Розподіл сопел за коефіцієнтом співвідношення діаметра розтруба і каналу

матриці, а кінці розтруба обрізано професійним рухом.

Розміри знахідок з Жидичина дуже близькі до наведених Б.О. Колчиним для території Давньої Русі (Колчин 1953, с. 33; 1985, с. 246—247). Заслугує на увагу його висновок про однаковий внутрішній діаметр каналу: 2,2—2,5 см, хоча дослідник оперував доволі незначними і не зовсім якісними джерелами — мав у розпорядженні дані про близько 50 фрагментів сопел з усієї території Давньоруської держави і не завжди чітко датованих. У нашому випадку можна точніше встановити параметри цих виробів: середній внутрішній діаметр каналу 2,2 см, середній діаметр загалом приблизно 4,4 см, товщина стінок здебільшого дещо більша, ніж 1,0 см. Ці показники можуть натякати на використання якоїсь міри при виготовленні сопел. Найбільше відповідною є вершок, що дорівнював 4,4 см. Згідно досліджень з історичної метрології, вершок з'явився на Русі наприкінці XV ст. (Каменцева, Устюгов 1975, с. 81—82). Однак застосування цього розміру у виготовленні сопел дозволяє опустити хронологічну межу появи такої міри довжини до давньоруського періоду.

**Експлуатація.** Сопла несуть також інформацію про характер їх застосування, зокрема контакт з горном та поєднання з рукавом міха. Усі вони були в користуванні, на що вказують ошлаковані кінці, щонайменше раз, а деякі — двічі (фрагмент 24, де на місці зламу видно повторне ошлакування). Відтак, маємо справу не

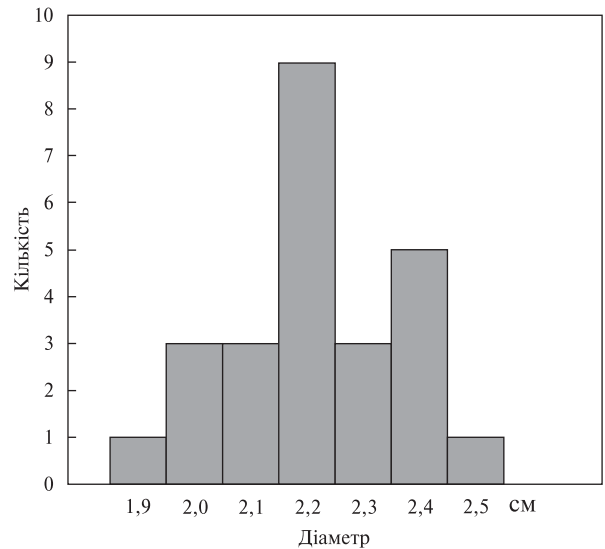


Рис. 13. Розподіл сопел за внутрішнім діаметром каналу

просто з продукцією кераміста, що лише виготовляв сопла, а зі зразками, задіяними у виробництві. Але якому — металургійному чи ковальському? На думку авторів, ці сопла металургійні. На користь цього вказують кілька обставин. По-перше, на багатьох ошлакованих кінцях збереглися сліди заліза, а на фрагменті 19 — блискучого кольорового металу. По-друге, залишки шлаку в каналі сопла 22 вказують на його використання саме у металургійному виробництві, а не ковальстві, де шлаки практично не утворюються (Паньков 2003а, с. 104—105). Криці, знайдені у споруді 2 (діаметр 10,0 та 15,0 см) за розмірами подібні на



криці з горна на Райковецькому городищі (діаметр 14,0—16,0 см), а перші і другі мають округлу нижню поверхню. Зрештою, і значна кількість знахідок може опосередковано вказувати на їхнє металургійне призначення.

Обстеження виробів дозволяє зробити певні висновки щодо характеру їхнього контакту з горном. Сопло вставляли в отвір стінки, застосовуючи спеціальне ущільнення, яке перешкоджало їх зварюванню: у всякому разі на

кінцях, за винятком одного (17), слідів того немає. Очевидно, ущільнення було необхідне для того, щоб зберегти сопло. У разі прикипання його важко було вийняти, не ушкодивши сопло й само горно. Свідченням успішності такої технології є, принаймні, чотири цілі сопла. Тільки в одному випадку (фрагмент 17) до кінця прикипів шматок стінки горна. Це дозволяє встановити глибину занурення сопла до горна — щонайменше 3,5 см. Причину зварюван-

Таблиця. Розміри сопел (см)

№ сопла (фрагмента)	Діаметр каналу	Діаметр сопла	Діаметр розтруба	Коефіцієнт	Довжина сопла	Ознаки
цілі сопла						
1	2,2	4,0—4,5	7,0		23,0	оригінальне грубо виготовлене конусоподібний канал
2	2,4	4,0—4,5	5,9	1,31	23,5	
3	2,0 × 2,5	4,0—4,5	6,5	1,44	24,5	
4	2,5	4,0	5,0	1,25	20,5	
верхні частини						
5	2,2	4,5	5,7	1,26	> 20,5	добре заглажена поверхня грубо виготовлене, викривлене
6	2,4 × 2,0	4,8	5,4	1,12	> 18,0	
7	2,0	4,0	4,7	1,17	> 16,0	
8	2,3 × 2,0	4,3	6,0	1,39	> 14,5	
9	2,3	4,3	5,0	1,16	> 17,0	
10	2,0	4,6	6,0	1,30	> 21,0	
11	2,4	4,5	5,2	1,15	> 11,5	
12	2,3	4,5	5,5	1,22	> 16,0	
13	2,1	4,2	5,0	1,19	> 11,0	
14	2,3	3,7	5,2	1,40	> 11,0	
15	2,2	4,7	5,0	1,06	> 10,0	підлощене грубе, тонкостінне
16	2,2	4,2	5,0	1,19	> 8,0	
нижні частини						
17	2,1	4,5	—	—	?	
18	2,1	4,4	—	—	?	
19	2,3 × 2,1	4,5	—	—	?	
20	1,9	4,0	—	—	?	
21	2,2	4,3	—	—	?	
22	2,2	4,7	—	—	?	
23	2,2	4,7	—	—	?	
24	2,4	4,2	—	—	?	
25	2,4	5,0	—	—	?	
середні частини						
26	2,2	4,2	—	—	?	гранчаста поверхня
27	2,4	4,4	—	—	?	
28	2,3 × 2,1	4,1	—	—	?	
29	2,4 × 2,2	4,7	—	—	?	
30	2,2	4,3	—	—	?	
31	2,0	4,4	—	—	?	

ня вбачаємо в особливих умовах використання цього сопла, а саме у дії надвисокої температури, через що його закінчення розкололося і розійшлося по шву.

Як вказувалося, кінці сопел ошлаковані, але розбіжності між ними помітні. Більшість виробів завершується горизонтально зрізаним краєм з округлим отвором, деякі — мають скошений край з овальним отвором (фрагменти 17 і 23). Отвори набули овальної форми через вигорання кінця з одного боку (зверху) під дією високої температури, розмір якого вказує на глибину його занурення в горно. На зразку 23 він становить 4,0 см. На цьому ж фрагменті видно нечіткі сліди приварювання сопла до стінки горна, що вказує на дуже високу температуру в ньому.

Таким чином, можна припустити, що деякі сопла (фрагменти 17, 23) побували під дією більшої за звичну температури або, можливо, повторно використовувалися, через що їхні кінці вигоріли з одного боку. Локалізація вигорання вказує на розташування сопла у горні — воно мало знаходитися зверху, ближче до центру горіння. Відзначимо також, що шматок стінки горна, що прикипів до фрагмента 17, розташований на протилежному від місця вигорання кінця боці. Це засвідчує, що сопло клали на низ отвору в горні, ущільнюючи його спеціальним матеріалом по боках та зверху.

Якщо ошлаковані кінці надають інформацію про контакт з горном, то протилежні (розтруби) — про спосіб з'єднання сопла з рукавом міха. Їхній розмір вказує на мінімальний діаметр рукава, який натягували на сопло та притискали, обв'язуючи шнурком. Розтруб полегшував з'єднання цих елементів і робив його надійнішим, що, своєю чергою, дозволяло збільшити інтенсивність дуття та підвищити тиск повітря, яке подавали до горна. Низка розтрубів (рис. 11) має діаметр 5,0—5,2 см. Цей розмір співвідноситься з середнім діаметром сопел (4,4 см), утворюючи виступ для закріплення рукава міха. Очевидно, цей збіг не є випадковим, а відображає тенденцію до підвищення інтенсивності дуття. Поява розтруба як конструктивної деталі сопла, що збільшувала інтенсивність дуття, узгоджується і зі збільшенням внутрішнього діаметру каналу у давньоруських зразках на тлі раніших. Якщо він у виробках з Григорівського поселення становив близько 1,0 см (Бідзіля, Паньков 2000, с. 104), то у давньоруських був удвічі більший, відтак зростала й пропускна здатність каналу. Тож поява розтруба для надійнішого прикріплен-

ня сопла була закономірним етапом у процесі інтенсифікації дуття.

Вважається, що наприкінці давньоруського періоду техніко-технологічні можливості сиродутного процесу було вичерпано (Паньков 2003, с. 100—101). У той час з'явився передільний спосіб, де проміжною ланкою в отриманні заліза був чавун. Але за відсутності горна ми не можемо співвіднести сопла з конкретним способом добування заліза, їхні характеристики лише засвідчують підвищену інтенсивність дуття та підвищену температуру, що, своєю чергою, може вказувати на передільний спосіб. Для Волині XIV ст. ця технологія не була нова, оскільки на Райковецькому городищі сталь виробляли вже у XIII ст. (Гончаров 1950, с. 80—81).

Колекція сопел дозволяє зробити деякі попередні висновки і щодо організації металургійного виробництва в районі Жидичина у XIV ст. Хоча через незначний розмір розкопок не можна впевнено говорити про призначення споруди 2, але, нагадаємо, в ній виявлено металургійну продукцію — криці. Золисте заповнення також може вказувати на її виробниче призначення. Розмір споруди корелюється з об'єктами, які, безперечно, пов'язані з металургійним виробництвом, наприклад із горном 16 на Григорівському поселенні (Паньков 2003а, рис. 29). Б. Звіздецький та І. Готун будівлю 8 на Гульському поселенні реконструюють як майстерню металурга тільки за наявністю там скупчень конгломератів шлаку (Звіздецький, Готун 1997, с. 47—48). Однак відсутність слідів горна, значної кількості кісток, які використовували як флюс, шлаків на дослідній ділянці поки що не дозволяє однозначно розглядати споруду 2 з Жидичина як металургійну майстерню. Очевидно, майстер-металург зберігав тут сопла як цінний інструментарій у період міжсезоння. Можливо, він склав їх одразу після закінчення сезону виробництва металу, розраховуючи на подальше використання. Але продовжити ту справу йому явно не вдалося, можливо власник сопел загинув.

Обставини знахідки сопел вказують, що плавильня могла бути в іншому місці. Цього не можна виключати, зважаючи на спостереження П.П. Толочка щодо невеликих поселень біля с. Лапутьки, які займали ланцюг піщаних підвищень у заплаві р. Тетерів. Їх дослідник вважає сезонними, пов'язаними з металургійним виробництвом. У переліку характерних знахідок (шматки шлаків і руди, ошлаковані стінки горнів) вчений не згадує сопел (Толоч-

ко 1980, с. 163). С.В. Паньков також відмітив їхню відсутність на сільських металургійних центрах (Кременище, Колонщина), хоча й пояснив цю обставину не беззастережною тезою про роботу горнів на природній тязі або заміною сопел дерев'яними трубками (Паньков 2003а, с. 100).

Колекція з Жидичина нараховує залишки щонайменше 17 сопел, зважаючи на цілі зразки, фрагменти з розтрубом і уламок гранчастого. Насправді їх було понад 20, оскільки деякі кінці не підходять до уламків з розтрубом, маючи великі розміри. Така концентрація сопел у одному об'єкті може опосередковано вказувати на одночасну експлуатацію кількох горнів. Для забезпечення постійного притоку повітря до горна треба, принаймні, два сопла, отже можна умовно говорити про вісім горнів, що були у розпорядженні майстра. За умови середньої продуктивності 2—3 кг сирцевого заліза за одну плавку (Бідзіля, Паньков 2000, с. 109) вони могли дати загалом близько 20 кг заліза. Стан сопел вказує, що таких плавок було здійснено декілька.

Останнім часом набуває розвитку критика концепції Б.О. Колчина про характер металургійного виробництва у Давній Русі як суто сільського промислу, що мав общинний характер. Встановлено, що метал виробляли і в містах (Паньков 2003а). Наші знахідки підтверджують це та свідчать про різні форми організації цієї галузі, зокрема під егідою монастирів або держави. Кількість зосереджених в одному місці (в одних руках) сопел побічно вказує, що їх власник був, напевно, мешканцем малого феодального міста, яким на той час був Жидичин, і був пов'язаний з Миколаївським монастирем, поблизу якого знайдено ці вироби. Про існування металургійної та ковальської справи при монастирях саме у XIII—XIV ст. свідчить відкриття виробничого комплексу того часу на території колишнього митрополичого саду Києво-Печерської лаври (Гончар 1993, с. 178—180). Сліди кузні виявлено поблизу Михайлівського монастиря у Києві (Толочко, Вознесенская 1981, с. 267—268). Про інтерес церковних ієрархів до організації виробництва за межами міст говорить виявлення чотирьох металургійних горнів та вислої свинцевої печатки київського митрополита Михайла II (1138—1143 рр.) на поселенні Кременище поблизу Києва. Дослідники вважають його митрополичим хутором (Бідзіля, Паньков 2000, с. 106—109).

Масштаби металургійного виробництва у XIV ст. в районі Жидичина вказують на значну потребу в залізі у цей час. Її міг диктувати ринок, але не слід виключати і можливість функціонування Жидичинського металургійного осередку в системі державного або монастирського виробництва. С.В. Паньков зазначає, що дещо пізніше феодалі й монастирі рудні здебільшого самі не експлуатували, а здавали їх в оренду так званим «рудникам», котрі зналися на тій справі (Паньков 2003а, с. 107). Очевидно, описані сопла належали такому «руднику» з тією різницею, що його залежність від власника рудні на тлі пізнішого періоду була іншою.

Досконалість сопел вказує, що їх виготовив кваліфікований майстер, можливо гончар, не виключено, на замовлення металурга. Вірогідно, то сталося у розміщеному неподалік Жидичина (2,0 км) Кульчині — відомому середньовічному гончарному центрі з виходами якісної глини. З писемних джерел відомо, що Кульчин належав Луцькому замку і забезпечував його посудом (Троневиц 2003, с. 80).

Незвичність знахідки, перш за все кількість сопел, відображає якийсь період підвищеної економічної активності в мікрорегіоні у XIV ст., пов'язаної, зокрема, зі зведенням мурованого цегляного замку у Луцьку князем Любартом. Відстань від Жидичина до Луцька 8,0 км. Будівельні роботи потребували значної кількості заліза для конструкцій та знарядь. У Луцькому замку зосереджувалася не тільки державна, а й церковна влада. Тут, крім князя, мешкав єпископ і розміщувалась єпископська церква Іоанна Богослова. Пізніше, в часи Вітовта, було зведено одну із трьох мурованих веж Верхнього замку, що отримала назву Владичої (Троневиц 2003, с. 41—42). Тому участь церковної ієрархії у зведенні замку в часи Любарта є цілком закономірною.

Наостанок відзначимо, що район Жидичина у період пізнього середньовіччя був традиційно тісно пов'язаний з Луцьким замком. Так, розміщене за 15,0 км від Жидичина с. Солтисове (нині с. Човниця) забезпечувало замок металевими виробами (Троневиц 2003, с. 80). Пожалування церкви Іоанна Богослова с. Рожище (нині місто неподалік Жидичина) з присілками на початку XIV ст. хоча і визнається деякими дослідниками фальсифікатом пізнішого часу, думаємо, відображає певні тогочасні реалії. У період пізнього середньовіччя Жидичинський Миколаївський монастир став головним монастирем Луцького князівства.

- Бідзіля В.І., Паньков С.В.* Залізодобувне виробництво на території України та Угорщини на рубежі I—II тис. н. е. // *Археологія.* — 2000. — № 3. — С. 98—111.
- Вознесенська Г.О., Паньков С.В.* Техніко-технологічні особливості видобування і обробки заліза у давньоруському Києві // *Археологія.* — 2004. — № 3. — С. 55—67.
- Вознесенська Г.О., Паньков С.В.* До вивчення організації чорнометалургійного виробництва у давньоруському Києві // *Дньєслово. Збірка праць на пошану дійсного члена НАНУ Петра Петровича Толочка з нагоди його 70-річчя.* — К., 2008. — С. 258—265.
- Гончаров В.К.* Райковецкое городище. — К., 1950.
- Гончар В.М.* Археологічні дослідження колишнього митрополичого саду Києво-Печерської лаври у 1987—1988 рр. // *Стародавній Київ. Археологічні дослідження 1984—1988 рр.* — К., 1993. — С. 167—186.
- Звіздецький Б.А., Готун І.А.* Будівлі селища Гульськ та їх значення для вивчення соціально-економічного феномену поліського села кінця I тис. // *Археологія.* — 1997. — № 2. — С. 32—52.
- Златогорський О.Є.* Звіт про результати археологічних досліджень у с. Жидичин поблизу Луцька 2008 року. — Луцьк, 2008 (рукопис).
- Изборник* (Сборник произведений литературы Древней Руси). — М., 1969.
- Каменцева Е.И., Устюгов Н.В.* Русская метрология. Изд. 2-е. — М., 1975.
- Колчин Б.А.* Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси. — М., 1953 (МИА. — 32).
- Колчин Б.А.* Ремесло // *Древняя Русь. Город, замок, село.* — М., 1985. — С. 243—297.
- Паньков С.В.* Залізодобувне виробництво // *Село Київської Русі (за матеріалами південноруських земель).* — К., 2003. — С. 95—100.
- Паньков С.В.* Залізодобувне виробництво у давньоруському Києві // *Археологія.* — 2003а. — № 4. — С. 104—114.
- Полное собрание русских летописей. Т. 2. Ипатьевская летопись.* — М., 1998.
- Толочко П.П.* Киев и Киевская земля в эпоху феодальной раздробленности XII—XIII вв. — К., 1980.
- Толочко П.П., Вознесенская Г.А.* Кузнечное ремесло // *Новое в археологии Киева.* — К., 1981. — С. 267—284.
- Троневиц П.О.* Луцкий замок. — Луцьк, 2003.

*Надійшла 29.09.2009*

*О.Е. Златогорский, С.Д. Паньшко*

## СОПЛА ИЗ ЖИДИЧИНА

Публикуется коллекция сопел и их фрагментов, найденная в пределах поселенческого комплекса древнерусского города Жидичин возле Луцка, упоминаемого в летописи под 1227 г. Сопла обнаружены в ходе археологических исследований в районе Николаевского монастыря, размещенного в посадском районе города. Они находились в сооружении 2, имевшем овальные очертания размерами 3,2 × 2,4 м и глубину 0,7 м. Обнаруженный в нем керамический материал позволяет датировать сооружение XIV в.

Всего выявлено и реставрировано четыре целых сопла и 27 фрагментов разной величины (12 тыльных частей с раструбом, девять оплавленных окончаний и шесть фрагментов средних частей сопел). Поскольку сопла в сооружении размещались не компактно, есть основания полагать, что коллекция не является кладом, а была оставлена в объекте в момент прекращения его существования.

По длине выделяются две группы: длинные сопла (23,0—24,5 см) и короткие (20,5 см). Внешний диаметр сопел унифицирован в большей степени, преобладают сопла толщиной 4,2—4,5 см. Наибольшая унификация характерна для диаметра внутреннего канала, тяготеющего к величине 2,2 см. Причем, эта величина выведена не только как средняя для всей коллекции, но и соблюдена в более, чем трети промерянных сопел.

Все сопла имеют раструб (расширение) на тыльной стороне, диаметр которого варьирует в пределах 4,7—7,0 см, однако выделяется серия сопел с диаметром раструба 5,0—5,2 см. Для оценки степени выраженности раструба, что важно для качества соединения сопла с воздушным мехом, предлагается применить специальный показатель — коэффициент, выраженный отношением величины диаметра раструба к величине внешнего диаметра (толщине) сопла.

Внешние признаки позволяют в общем виде восстановить процесс моделирования сопел. Основной операцией было налепливание заранее выкроенной плоской заготовки теста на деревянную матрицу, соединение ее краев в стык с последующим обжиманием, а иногда и заглаживанием поверхности. Выделение серии близких величин при промерах изделий позволяет предположить применение в ходе изготовления сопел определенной меры длины, равнявшейся 2,2 см, очевидно, вершка.

Все сопла использовались по назначению, о чем свидетельствуют их оплавленные концы. В некоторых случаях ближе к оплавленному концу на поверхности сопла сохранились следы приваривания его к стенке горна, что позволяет установить глубину их погружения в горн — около 3,5 см. Оплавление на сломе у некоторых фрагментов свидетельствует о двукратном использовании некоторых сопел. Размеры раструба опосредованно указывают на минимальный диаметр рукава меха. Наличие у сопел хорошо выраженного раструба, в сравнении

с обыкновенными плоскими, говорит о повышенной интенсивности дутья, а, следовательно, и о возможности получения более высокой температуры в горне. Возможно, это отображает переход от сыродутного способа получения железа к более совершенным.

Коллекция сопел Жидичина, очевидно, оставлена мастером-металлургом или организатором производства железа на близлежащих сезонных пунктах в пойме р. Стырь. Это производство, скорее всего, было связано с монастырским хозяйством и отображает период экономической активности в регионе при строительстве Любартом Гедиминовичем Луцкого замка в XIV в.

*O.Ye. Zlatohorskyi, S.D. Panyshko*

#### NOZZLES FROM ZHYDYCHYN

The article publishes a collection of nozzles and their fragments found within the settlement complex of Ancient Rus city Zhydychyn, situated near Lutsk and mentioned in the chronicle under 1227. Nozzles were found during the archaeological research near the St. Mykola Monastery situated on the territory of «posad» (trading quarter) of the city. The finds were in the structure 2 with oval delineation,  $3,2 \times 2,4$  m measurement, and 0,7 m depth. Ceramic material found there allows the authors to date the structure by the 14<sup>th</sup> c.

In the filling of the structure 4 entire nozzles and 27 fragments of various size (12 backsides with sockets, 9 fused endings, and 6 fragments of central parts of nozzles) were discovered and restored. While nozzles were not concentrated in a single place of a structure, there are reasons to presume that collection was not a treasure, but was left in the object at the moment when it stopped functioning.

There are two groups of long (23,0–24,5 cm) and short (20,5 cm) nozzles. External diameter of them is more unified: nozzles 4,2–4,5 cm thick prevail. The most similar are the diameters of the inner canals of nozzles coming to 2,2 cm. Besides, this magnitude is not only mean, but also precise in more than one third of the nozzles measured.

All nozzles are supplied with sockets (widening) on the external side. Its diameter varies within 4,7–7,0 cm, but a set of nozzles with 5,0–5,2 cm diameter can be well defined. To evaluate the level of explicitness of a socket, which is important for the quality of joining a nozzle to the blowing bellows, it is proposed to use a special index, coefficient in ratio of diameter of socket and the external diameter (thickness) of a nozzle.

Outward features allow the authors to reconstruct generally the process of modeling the nozzles. The main action was to stick a flat blank measured before to the wooden mould, to butt-join its borders and upset them after or sometimes smooth over the external surface. Determination of set of close measurements of the products allows the authors to presume that during the nozzles production certain measures of length equal 2,2 cm, probably one vershok, were used.

All the nozzles were used in purpose which is evidenced by their fused endings. In some cases traces of welding on the nozzles to the wall of a furnace are seen closer to the fused ending on the surface, which indicates on the depth of their immersion into the furnace, about 3,5 cm. Fused cuts on some of the fragments testifies to the second use of some nozzles. Measurement of sockets indirectly indicate minimal diameter of a hose of blowing bellows. The existence of well seen sockets, comparing to usual flat ones, in nozzles from Zhydychyn indicates the increased rate of blowing, and hence, the possibility of reaching higher temperature in a furnace. Perhaps it reflects a pass from the bloomery iron production to improved one.

Nozzles collection from Zhydychyn was probably left by a metallurgist or an organizer of iron production in nearby sites of the Styr River valley. This production most likely related to the monastery's economy, and reflected the period of economical activity in the region in times of building of Lutsk castle by Liubartas the Gediminid in the 14<sup>th</sup> c.