

УДК 553.43+930.26

## АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Шубин Ю. П.**

(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

*Розглянуті етапи стародавньої гірничо-металургійної діяльності і геологічні методи їх вирішення. Деталізація окремих етапів виробничої діяльності виявила суттєві проблеми, методи їх вирішення і значення отриманих даних для пошуків родовищ корисних копалин.*

*Stages of ancient mining-metallurgical activities and geological methods of their solutions have been examined. Specifications of separate stages of productive activities have revealed current problems, methods for solving problems, and the importance of finding in the search for mineral exploration.*

Активное археологическое изучение древних горно-металлургических центров в последнее время сопровождается накоплением массива вещественных свидетельств, требующих применения специальных лабораторных исследований для решения вопросов реконструкции производственной деятельности в прошлом (технологии, техника, масштабы и т. д.) [1]. Полученные результаты исследований помимо сугубо археологического значения должны быть использованы при геологических исследованиях территорий. Нами изучены вещественные свидетельства производственной деятельности в пределах медных рудников эпохи поздней бронзы Бахмутской котловины Донбасса. Наиболее масштабные и детальные исследования проведены в пределах Картамышского проявления меди.

Для решения поставленных задач нами использовались микроскопические методы, спектральные, рентгеновские, рентгеноспектральные и микрозондовые исследования медных руд и продуктов их переработки. В первую очередь были изучены структурно-текстурные особенности медных руд, их минеральный и химический состав, возможность получения богатого концентрата, необходимого для успешного металлургического передела.

Анализ результатов перераспределения химических элементов по продуктам производственной деятельности (археологические данные и результаты экспериментальных плавок) позволил установить закономерности протекания этих процессов и выполнить реконструкцию технологического процесса обогащения медных руд и продуктов их металлургического передела [2].

Также установлена связь между вещественным составом продуктов производственной деятельности и вещественным составом руд меднорудных объектов, то есть, выполнена пространственная привязка археологических артефактов к меднорудным объектам [3]. Самым надёжным критерием привязки явились реликтовые включения минеральных зёрен, прежде всего термостойких минералов, фрагментов руд и горных пород. Микрозондовые исследования минеральных включений в археологических и экспериментальных продуктах металлургического производства (металле, штейне и шлаке) позволило установить их идентичность и обусловленность их состава геохимическими особенностями состава исходных руд разрабатываемого месторождения, что важно при поисках месторождений (включения олова, меди, сплавов меди с цинком, свинца с железом, свинца с цинком или с оловом). В результате этого нами была выполнена увязка продуктов медеплавильного производства эпохи поздней бронзы на Среднем Дону (Мосоловское поселение) к источникам меднорудного сырья, расположенным на территории Донбасса [4]. Применение классических археологических методов исследований также привели к таким же предварительным выводам [5].

Использование реликтовые включения кристаллических фаз в металлургическом шлаке и металле, отражающих веществен-

ный состав исходных руд эффективно применялось В. В. Зайковым на Урале (включения хромита и платиноидов) для установления генетического типа и самого месторождения - рудной базы древнего медеплавильного производства [6].

Методика отнесения химико-металлургической группы исследуемого палеометалла к определённой сырьевой базе, принятая в археологии [7, 8] требует коррекции в связи со стратификацией примесных и прежде всего бронзообразующих элементов внутри расплава и слитка, отлитого из него [9, 10]. Нами были изучены содержания примесных химических элементов в верхней и в нижней частях трёх слитков меди экспериментальных плавок, в которых дифференциация элементов (сурьмы, мышьяка и свинца) достигает сотен и тысяч раз (по данным рентгеноспектрального анализа, спектрометр ARL 9900, Центральная лаборатория АМК, г. Алчевск, аналитик Тарасов Н. В.). Таких концентраций вполне достаточно для отнесения проб металла, взятых из одного слитка к разным химико-металлургическим группам (таблица 1).

Вероятно, процесс стратификации примесных химических элементов внутри отлитого слитка меди происходит во многом из-за гравитационного обособления инородных фаз (сульфиды, окислы, свинец и др.) в верхней и нижней частях слитка и внутри остывающего расплава. Инородные фазы в отличие от общей массы выплавленного металла характеризуются своей примесной картиной. Вопрос стратификации элементов требует более тщательного исследования с выявлением закономерностей, которые в дальнейшем следует учитывать при археологических и геологических интерпретациях, прежде всего при решении вопроса о сырьевой базе. При этом следует отдельно изучить характер распределения примесных химических элементов в металле, отлитом из разных порций одного и того же расплава. Именно такие исследования позволят оценить принципы и целесообразность выделения различных химико-металлургических групп палеометалла.

Таблица 1

Содержания некоторых примесных элементов в верхних и нижних частях слитков меди экспериментальной плавки

Проба	Содержание элемента, вес. %								
	Sb	Pb	As	Sn	Cl	Ba	P	Ni	V
Эксперимент 2 2008 г верх	0,07	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,025	<0,0001	0,03	0,0085	–
Эксперимент 2 2008 г низ	0,200	0,11	0,0067	<0,0001	0,098	0,019	<0,0001	<0,0001	–
Эксперимент 3 2008 г верх	0,088	<0,0001	<0,0001	0,035	0,046	–	<0,0001	–	–
Эксперимент 3 2008 г низ	<0,0001	<0,0001	0,0086	<0,0001	<0,0001	–	0,043	–	–
Эксперимент 5 2007 г верх	0,073	0,15	0,013	0,014	0,0076	–	–	–	0,007
Эксперимент 5 2007 г низ	<0,0001	0,16	<0,0001	0,024	0,0300	–	–	–	–

Минералого-петрографические исследования, рентгеноструктурные и химические анализы минералов, входящих в состав импортных каменных орудий, литейных форм, выделение их типоморфных особенностей, также позволил выполнить их привязку к сырьевой базе (на примере каменного материала Картамышского рудопроявления медных руд), расположенной в Поднепровье [11].

Практические наработки позволили нам выделить оптимальный комплекс методов исследований, объектов исследований и решаемых ими археологических и геологических задач. В процессе выполнения лабораторных исследований археологических находок и продуктов экспериментальных металлургических плавков показали свою эффективность применение рентгеновского дифрактометра ДРОН-2, установки для рентгеноспектрального анализа (спектрометры ARL 8410-131 и ARL 9900) и микрозондового анализатора РЕМ 106 И.

Так для общей предварительной характеристики минерального состава, структурно-текстурных особенностей, включений кристаллических фаз эффективно использовались нами минералогическо-петрографические методы. Для типизации химического состава руд, металлургических шлаков, а также реконструкции технологии переработки руд использовался химический анализ. Для достоверной диагностики минералов и кристаллических фаз орудий труда (песты, мотыги, терочки, литейные формы), установления технологии металлургического передела руд, источника минерального сырья применён рентгеноструктурный анализ. Для типизации горных пород, установления типоморфных особенностей слагающих их минералов для установления коренных выходов горных пород, которые разрабатывались в древности использован химический анализ мономинеральных фракций а также микронзондовые анализы. С целью получения полной и достоверной характеристики химического состава руд и продуктов металлургического передела, для установления меднорудных объектов, которые послужили источниками минерального сырья эффективным оказался рентгеноспектральный анализ. Ранее археологи обращались при решении вопросов отнесения металла к определённой химико-металлургической группе металла исключительно к эмиссионному спектральному анализу, при этом по нашим данным результаты применения этого метода при исследовании продуктов металлургического производства были зачастую не корректными, тогда как рентгеноспектральные анализы проб руд, шлака и металла, выполненные в разных лабораториях, показали хорошую сходимость результатов [12].

Таким образом, важнейшими итогами изучения вещественного состава продуктов металлургического производства, исходных руд, явилась реконструкция технологии металлургического передела медных руд, а также характер перераспределения химических элементов что позволяет выйти на известные и на пока невыявленные источники минерального сырья. Вещественный состав продуктов металлопроизводства может отражать как особенности состава исходных руд, технологии металлопроизводства (стратификации примесей в расплаве и слитке), состав легирующих присадок, а также нести в себе особенности состава им-

портного металла. Особое значение для получения достоверной информации по определению сырьевой базы имеет изучение реликтовых включений фрагментов исходных руд. Искусственное легирование, а также стратификация примесей в расплаве и слитке существенно могут изменить уровень содержания многих примесных элементов, что осложняет привязку к сырьевой базе различных химико-металлургических групп палеометалла и эти вопросы требуют отдельного изучения для выработки методов выявления и оценки влияния этих факторов при решении вопросов археологических реконструкций и прикладных геологических задач.

### СПИСОК ССЫЛОК

1. Каргалы. Т. III: Каргалы: феномен и парадоксы развития. Каргалы в системе металлургических провинций. — М. : Языки славянской культуры, 2004. — 320 с.
2. Бровендер Ю. М. К вопросу о закономерностях перераспределения химических элементов в процессе металлургического передела медных руд в эпоху бронзы (по результатам экспериментальных плавов и археологическим данным Картамышского археологического микрорайона Бахмутской котловины Донбасса) / Ю. М. Бровендер, Ю. П. Шубин // Проблемы гірничої археології: Матеріали VII-го Міжнародного Картамиського польового археологічного семінару). — Алчевськ, 2009. — С. 90—96.
3. Шубин Ю. П. Увязка продуктов древнего металлургического производства с рудной базой / Ю. П. Шубин // Наук. праці УкрНДМІ НАН України, Вип. 2. — Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2010. С. 192—202.
4. Шубин Ю. П. Значение свидетельств древнего горно-металлургического производства для геологических изысканий и методы их исследований / Ю. П. Шубин // Наук. праці УкрНДМІ НАН України, 2011. — С. 76—82.
5. Пряхин А. Д. Мословское поселение металлургов-литейщиков эпохи поздней бронзы / А. Д. Пряхин. — Кн. 2. — Воронеж : Изд. ВГУ, 1996. — 176 с.

6. Зайков В. В. Металлогеническое значение исследований микровключений в древних металлах и шлаках (на примере Урала и Восточной Украины) [В. В. Зайков, В. А. Котляров, Е. В. Закова, С. А. Задников] Наукові праці ДонНТУ, серія «Гірничо-геологічна», Вип. 8 (136). — Донецьк, ДонНТУ, 2008. — С. 87—90.
7. Черных Е. Н. Медь из Хвалынских могильников и ее параллели (по данным спектроаналитических исследований) / Е. Н. Ченых // Хвалынские энеолитические могильники и хвалынская энеолитическая культура. Исследования материалов. — Самара : Поволжье, 2010. — С. 219—233.
8. Рындина Н. В. Результаты технологических исследований металлических изделий Мосоловского поселения / Н. В. Рындина, А. Д. Дегтярёва // Поселения срубной общности. — Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1989. — С. 14—39.
9. Наумов Д. В. Химический состав металлических предметов Самарского клада / Д. В. Наумов, С. С. Миняев // КСИА. — М. : Наука, 1972. — С. 89—91.
10. Шубин Ю. П., Бровендер Ю. М. Некоторые аспекты изучения вещественного состава продуктов металлургического производства эпохи поздней бронзы / Ю. П. Шубин, Ю. М. Бровендер // Проблеми гірничої археології : Матеріали ІХ міжнар. Картамиського польового ареол. семінару) — Алчевськ : ДонДТУ, 2013 г. — С. 114—120.
11. Нікітенко І. С. Про матеріали кам'яних знарядь Картамиського археологічного мікрорайону епохи бронзи, виготовлених з привозної сировини / І. С. Нікітенко // Науковий вісник НГУ. — 2010. — вип. 9—10. — С. 5—9.
12. Шубин Ю. П. К вопросу о методологии исследования металлургии эпохи палеометалла / Ю. П. Шубин, Ю. М. Бровендер // Матеріали та дослідження з археології Східної України. — Вип. 8. — Луганськ : СНУ, 2008. — С. 83—87.