

УДК 553.43 + 930.26

## ЗНАЧЕНИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВ ДРЕВНЕГО ГОРНОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Шубин Ю. П.

(Донбасский государственный технический университет,  
г. Алчевск, Украина)

*Встановлений комплекс найбільш інформативних і достовірних методів дослідження свідчень стародавнього гірничо-металургійного виробництва, насамперед рентгено-спектральний, мікрозондовий, хімічний і рентгенівський аналізи. Застосування такого комплексу методів рекомендується застосовувати для отримання зіставної і достовірної інформації не тільки для історичних реконструкцій, але і для пошуків родовищ корисних копалин.*

*The most complex and informative set of reliable methods to investigate evidence of ancient mining are, primarily, X-ray spectral, microprobe, chemical and X-ray analysis. The application of a variety of these methods is recommended for obtaining consistent and reliable information not only for historical constructions, but also for prospecting mineral deposits.*

В последние десятилетия археологи активно приступили к изучению свидетельств древнего горнометаллургического производства. В связи с этим появился массив фактических данных, представленных орудиями труда, рудой, шлаками, штейнами. Поэтому появляются работы, посвящённые изучению этих артефактов с привлечением современных методов лабораторных исследований вещества.

Если в прошлые века геологические исследования и горные работы вскрывали свидетельства древней горнометаллургической деятельности, то в настоящее время археологам приходится масштабно применять методы, используемые в геологии и металлургии. В первом случае развитие геологии и археологии происходило отдельно друг от друга, причём научная информация, полученная геологами и горняками значимая для археологов долгое время не могла попасть к последним. Так, открытые братьями Носовыми в 1861 г в Бахмутском районе Донбасса свидетельства древней деятельности по добыче и металлургическом переделе медных руд [1] получили должное внимание со стороны археологов лишь через 40 лет [2].

В настоящее время археологи, занимающиеся изучением вопросов древней горнометаллургической деятельности, активно сотрудничают с геологами и металлургами для решения специфических вопросов таких, как состав и источник исходного минерального сырья, реконструкция процессов добычи, обогащения и металлургического передела руд [3]. С другой стороны, накопившиеся данные в области вещественного состава каменных орудий, руд, археологических шлаков и штейнов также должны быть использованы не только для их увязки к источнику минерального сырья, но и, возможно, для обнаружения новых проявлений и месторождений полезных ископаемых, которые разрабатывались в древности и в настоящее время не были выявлены. При этом целесообразно воспользоваться археологическими данными, позволяющими выявить возможные пути транспортировки минерального сырья для установления рудной базы. В связи с этим должен быть разработан необходимый комплекс исследований для получения наиболее полной и достоверной информации для её использования в исторических реконструкциях и для геологических исследований.

Большинство археологов, изучающих свидетельства древней горнометаллургической деятельности в последнее время склоняются к мысли о том, что по химическому составу металла древних металлических изделий невозможно установить источник минерального сырья [4]. В то же время присутствие микровключений специфических фаз в металле (например, осмия,

хрома, теллуридов в меди и бронзе) позволяет определить генетический тип месторождений и вероятные известные их представители [5]. Как известно, полезные ископаемые каждого конкретного месторождения имеют свои специфические особенности морфологии выделений, структурно-текстурных признаков, физических свойств и химического состава [6]. Последнее позволяет считать именно такие свидетельства (остатки руды, реликты руд в шлаках) наиболее достоверными и поэтому наиболее значимыми для решения вопросов привязки свидетельств древней горно-металлургической деятельности к сырьевой базе.

Нами выполнены микроскопические исследования руд и медеплавильных шлаков и штейнов (археологических и экспериментальных плавок), рентгенодифракционные исследования руд [7] (дифрактометр ДРОН-2), рентгеноспектральные исследования руд и продуктов их переработки (спектрометры ARL 8410-131 и ARL 9900), микрозондовый анализ локальных включений в древних и экспериментальных продуктах медеплавильного производства (РЕМ 106 И).

В результате этих исследований установлены закономерности связи химического и фазового состава продуктов металлургического передела и состава исходных медных руд. На примере медных руд Картамышского рудопроявления Бахмутской котловины Донбасса по результатам рентгеноспектральных анализов руды, шлаков, штейнов и меди показано, что медные руды такого химического состава позволяют получать из них медь, а не бронзу (содержания мышьяка в черновой меди экспериментальной плавки были меньше 0,02 %). Помимо этого установлен характер перераспределения элементов-примесей по продуктам металлургического передела. Обнаруженные при помощи микрозондового анализа включения металлических фаз в археологических и экспериментальных продуктах металлургического производства оказались идентичными (включения олова, меди, сплавов меди с цинком, свинцом и железом, свинца с цинком или оловом). Наличие таких фаз отражает геохимические особенности состава руд Картамышского рудопроявления и могут быть использованы для увязки свидетельств древнего медеплавильного производства, которое базировалось на импортных рудах к источнику мине-

рального сырья. Нами ранее [8] на основании сходства вещественного состава рудного сырья и продуктов древнего медеплавильного производства Среднего Подонья таковым рудопроявлений Бахмутской котловины Донбасса предложено считать последние, как наиболее вероятные источники меднорудного сырья.

Эффективность использования минералого-петрографических методов с применением рентгеноструктурного и химического анализа отдельных кристаллических фаз в горных породах для уточнения их диагностики и выявления их типоморфных особенностей состава и структуры для решения вопросов привязки импортных древних каменных орудий, литейных форм к источникам минерального сырья показана на примере каменного материала Картамышского рудопроявления (песты, мотыги, тёрчники, литейные формы) [9].

Обобщая приведённые наработки мы предлагаем комплекс лабораторных методов исследований и задачи, решаемые каждым из них при изучении вещественных свидетельств древнего горнометаллургического производства (табл. 1).

Таблица 1

Комплекс лабораторных методов для исследования вещественных свидетельств древней горнометаллургической деятельности

| Археологический материал для исследований                             | Лабораторный метод исследования | Получаемая информация и решаемые задачи   |
|---|---------------------------------|---|
| 1   | 2                               | 3   |
| Фрагменты руд, металлургические шлаки, штейны, металл черновой плавки | Минералого-петрографические     | Предварительная характеристика материала с выяснением структурно-текстурных особенностей, степени кристалличности, наличия минеральных и расплавных включений новообразований, а также фрагментов реликтовых включений исходных руд, предварительная диагностика кристаллических фаз с выделением характерных участков для постановки микронзондовых исследований |
|   | Химический анализ               | Содержания макроэлементов и на их основе типизация руд и продуктов металлургического передела   |

Продолжение таблицы 1

| 1                                | 2   | 3   |
|----------------------------------|---|---|
|                                  | Рентгеноспектральный анализ               | Развёрнутая полная характеристика химического состава руд и продуктов металлургического передела с выделением набора специфических примесных химических элементов, характерных для определённой сырьевой базы с установлением особенностей металлургического передела |
|                                  | Микрозондовый анализ                      | Определение химического состава локальных минеральных и расплавных включений – индикаторов сырьевой базы и особенностей металлургического передела  |
|                                  | Рентгеноструктурный анализ                | Точная диагностика кристаллических фаз для установления особенностей металлургического передела и состава исходных руд  |
| Каменные орудия и литейные формы | Минералогопетрографические                | Предварительная общая характеристика структурно-текстурных особенностей, минерального состава и диагностика горных пород  |
|                                  | Рентгеноструктурный анализ                | Точная диагностика минералов, уточнение диагностики горных пород и установления возможного источника минерального сырья   |
|                                  | Химический анализ мономинеральных фракций | Уточнение диагностики горных пород, особенностей химического состава и установления возможного источника минерального сырья   |
|                                  | Микрозондовый анализ                      | Точная диагностика и установление особенностей химического состава минералов, уточнение возможного источника минерального сырья   |

**Выводы**

Изучение вещественных свидетельств древней горнометаллургической деятельности имеют не только важное историческое значение, но и могут иметь существенную роль для выявления новых месторождений полезных ископаемых. На основании собственных исследований, а также анализа литературных данных предложен комплекс наиболее информативных методов исследования свидетельств древней горнометаллургической деятельности. К ним мы относим химический, рентгеновский, рентгеноспектральный и микрозондовый анализы с предварительными микроскопическими исследованиями вещества. Объектами ис-

следования при этом могут выступать обнаруженные фрагменты руды, металлургических шлаков, штейнов, металла черновой плавки.

Сопоставление результатов полуколичественного спектрального анализа по серии проб медных руд, шлаков и штейнов древней и экспериментальной плавки с результатами более точных рентгеноспектральных исследований этих же материалов, показало, что они несопоставимы. Последнее подтверждает то, что наиболее массовые и недорогие полуколичественные спектральные анализы не могут считаться базовыми для таких исследований.

Правильно подобранный комплекс методов исследования вещественных свидетельств древней горнометаллургической деятельности позволит получить наиболее полную и достоверную информацию для исторических реконструкций и для поисков месторождений полезных ископаемых.

Материалы исследований получены в процессе выполнения госбюджетных НИР № 149 ГБ «Древняя история металлопроизводства юга Восточной Европы (по материалам Картамышского микрорайона)» 2008 г и № 170 ГБ «Проблемы развития Донецкого горно-металлургического центра эпохи бронзы» 2011 г, научный руководитель Бровендер Ю. М.

## **СПИСОК ССЫЛОК**

1. Носов 2-й. О древних рудниках на территории Донбасса – С-Петербургские ведомости, 1865, № 250.
2. Городцов В. А. Результаты археологических исследований в Бахмутском уезде Екатеринославской губернии 1903 года // Труды XIII АС в Екатеринославе 1905. – М.: 1907. – Т. 1.
3. Саврасов А. С., Кашкаров В. М., Владимиров Г. О., Терехов В. А., Румянцева Н. А. Исследование химического и фазового состава медной руды и медесодержащих шлаков эпохи бронзы из района Восточной Украины // Проблеми гірничої археології: матеріали II-го Міжнародного Картамиського польового археологічного семінару.– Алчевск, 2005. – С. 268 – 271.

4. Черных Е. Н., Луньков В. Ю., Кузьминых С. В., Ровира С., Вальков Д. В., Антипина Е. Е., Лебедева Е. Ю. Каргалы.– Т. III.– М.: Языки славянской культуры, 2004. – 320 с.
5. Зайков В. В., Котляров В. А., Зайкова Е. В., Задников С. А. Металлогеническое значение исследований микровключений в древних металлах и шлаках (на примере Урала и Восточной Украины) / Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна». Вип. 8 (136) / Редкол.: Башков Є. О. та ін. – Донецьк, ДонНТУ, 2008. – С. 87 – 90.
6. Типоморфизм минералов: Справочник / Под ред. Л. В. Чернышевой – М.: Недра, 1989. – 560 с.
7. Шумилов И. Х., Шубин Ю. П., Каблис Г. Н. Сульфиды меди псевдоморфоз по флоре в пермских отложениях восточной оконечности Бахмутской котловины Донбасса // Минералогический журнал, Т. 29, № 4 – К.: 2007. – С. 38 – 46.
8. Шубин Ю. П. Увязка продуктов древнего металлургического производства с рудной базой // Наук. праці УкрНДМІ НАН України, Вип. 2 / Під заг. ред. А. В. Анциферова. – Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2010. С. 192 – 202.
9. Нікітенко І. С. Про матеріал кам'яних знарядь Картамиського археологічного мікрорайону епохи бронзи, виготовлених з привізної сировини // Науковий вісник НГУ. – 2010. вип. 9 – 10. – С. 5 – 9.