

УДК 902.66+553.43

Ю. П. Шубин, канд. геол. наук

ДонГТУ, Алчевск, Украина

Результаты геоархеологических исследований на территории древних медных рудников Донбасса

Многолетние геоархеологические исследования памятников горно-металлургической деятельности эпохи поздней бронзы, расположенных в пределах Бахмутской котловины Донбасса позволили выполнить реконструкцию производственной деятельности прошлого и установить прогнозно-поисковое значение исследования вещественного состава артефактов. Апробированы методы геоархеологических исследований на территории Донбасса. Изучен вещественный состав исходных руд, продуктов металлургического передела экспериментальных плавок и археологических находок. Установлены закономерности перераспределения элементов-примесей по продуктам металлургического процесса. Стратификацию примесных химических элементов внутри полученного металла необходимо учитывать при изучении палеометалла. На основе анализа полученных результатов выработан комплекс наиболее эффективных и достоверных методов исследований для решения вопросов нового междисциплинарного направления – геоархеологии.

Ключевые слова: геоархеология, производственная деятельность, методы исследований, реконструкция производства, элементы-примеси, поисковые признаки.

Уже более десяти лет ведутся непрерывные исследования памятников древнего горно-металлургического производства эпохи поздней бронзы – древние медные рудники, относящиеся к отложениям картамышской свиты нижней перьми формации медистых песчаников Донбасса. В структурном отношении эти меднорудные объекты расположены в восточной окраине Бахмутской котловины Донбасса, где меденосные отложения картамышской свиты выходят на поверхность. Термин геоархеология, как известно, ввели Д. Девидсон и М. Шекли 40 лет назад для исследований, направленных на изучение археологических объектов геологическими, минералого-геохимическими, геофизическими и другими методами [1]. Попытки сотрудничества археологов и геологов для реконструкции горной деятельности на территории Донбасса предпринимались и раньше, в частности, предпринимались попытки определения возраста древних разработок серебряных руд в пределах Берёзовского серебрянно-полиметаллического месторождения Нагольного кряжа [2]. В дальнейшем нами были обобщены сведения поисково-разведочных работ, проведённых на этой территории по пересечению канавами и шурфами систем древним горных выработок поверхностного и подземного типов по добыче серебряных руд [3]. Комплексные геоархеологические исследования территорий древней горно-металлургической деятельности позволяют решать не только задачи исторических реконструкций прошлого, но и сугубо геологические, прежде всего связанные с поисками месторождений полезных ископаемых [4]. Поэтому важнейшей проблемой, которую необходимо решить при этом – разработка комплекса методов исследований, который необходимо применять при решении конкретных задач для получения полноценной достоверной информации, которую возможно использовать для правильных последующих исторических реконструкций и для решения прикладных геологических задач. Нами предложен комплекс лабораторных методов исследований исходных руд, а также продуктов металлургического передела – шлака, штейна и металла [5].

Геоархеологические исследования направлены на изучение геологического строения и вещественного состава месторождений, вещественных свидетельств древней производственной деятельности (горные породы, руда, шлак, штейн, металл, каменные орудия, литейные формы), их увязки между собой. Параллельно с этим необходимо проводить экспериментальные исследования, в частности реконструкция медеплавильного производства на основании пробных экспериментальных плавок металла с последующим изучением вещественного состава продуктов этих плавок. Сопоставление результатов исследований вещественных свидетельств древней горно-металлургической деятельности с таковыми экспериментальных плавок позволяют определить

характер исходного рудного сырья (сульфидные или окисные руды), а также последующие этапы технологического процесса (обогащение, окислительный обжиг, стадии металлургического передела, процессы легирования) и последующей металлообработки (закалка, проковка). При изучении продуктов металлургического цикла крайне важно прослеживание перераспределения примесных химических элементов по продуктам металлургического производства для того, чтобы проследить связь с составом исходного минерального сырья, а также выяснить технологические этапы металлургического процесса (черновая, чистовая плавки, использование флюсов, легирование, применение металлического лома).

Общегеологические предпосылки для отработки меднорудных объектов могут быть сведены к следующему. Благоприятными для отработки могли быть объекты с наличием тел богатых руд, не требующих значительных усилий на отделение рудных скоплений (конкреции, псевдоморфозы по древесным остаткам) от пустой вмещающей горной породы. Как правило, рудные объекты с высокой концентрацией полезного компонента характеризуются незначительными суммарными запасами (чем выше качество руд, тем меньше их суммарные запасы). Крепость вмещающих горных пород должна быть невысокой, чтобы обеспечить эффективную проходку горных выработок и добычу полезного ископаемого с использованием каменных орудий (молоты, мотыги, клинья). На Картамышском рудопроявлении меди песчано-алевритовые горные породы меденосных «серых» зон не прочные, часто на карбонатном цементе, интенсивно выветрелые, вплоть до образования рыхлых песчано-алевритовых масс. Горные работы в древности велись выше уровня грунтовых вод, поэтому перспективными для отработки были участки, возвышающиеся над общим пониженным уровнем рельефа. Так, гривки медистых песчаников рудоносных «серых» зон на Картамышском рудопроявлении меди возвышаются на 5–20 м. Угол падения рудоносных зон во многом определяет систему отработки рудных тел. На Картамышском рудопроявлении меди угол падения рудных зон составляет около 55° , что определило наиболее широкое развитие подземного способа отработки рудных тел при подчинённой роли открытых горных работ, а на рудопроявлении Клиновом, где «серые» рудоносные зоны представлены углистыми аргиллитами с углом падения 7° руды отрабатывались открытым способом.

Нами на примере Картамышского проявления меди Бахмутской котловины Донбасса показано, что основным рудным сырьём в древности выступали сульфиды меди (халькозин), тогда как ранее считались окисные руды [6]. Обоснование строилось на том, что богатый концентрат медных руд возможно было получить из халькозиновых руд (до 60–65 % меди), именно из такого концентрата удалось выплавить сплошные слитки черновой меди весом до 100 г. Получение концентрата окисленных руд (малахит, азурит) проблематично, поскольку такие минералы образуются в результате переотложения, рассеяния меди при выветривании по порам и трещинам вмещающих горных пород. Кроме того, постоянное присутствие сульфидов меди в металлургических шлаках и штейнах в значительном количестве (содержания серы в шлаках и штейнах составляют первые проценты), структурно-текстурные особенности руд также свидетельствуют в пользу использования сульфидной формы руд в качестве источников минерального сырья. Кроме того, нами показано, что содержание мышьяка в исходных рудах и концентрация этого химического элемента в слитке металла экспериментальной плавки не позволяет получить мышьяковистую бронзу (0,019 %, тогда, как минимально необходимо 0,45 %). Поэтому выплавка бронзы из местного сырья без искусственного введения бронзообразующих добавок невозможна.

На трёх участках Картамышского рудопроявления, соответствующим трём кулисообразно смещённым рудоносным зонам, были обнаружены древние породные отвалы – свидетельства добычи медных руд. Для оценки объёмов горной массы на трёх отвалах были пройдены шурфы до уровня погребённых палеопочв. Исходя из морфологии, условий залегания и содержаний меди «серых» зон по результатам ранее проведенных в этом районе геологических исследований нами предварительно оценено возможное количество меди, добытой в древности суммарно на трёх объектах разработки [7].

Изучение продуктов металлургии и металлообработки в зонах металлообработки, удалённых на десятки и сотни километров от горнорудных центров требует необходимости выработки критериев возможной увязки таких продуктов с минерально-сырьевой базой. Естественно, наиболее надёжным источником такой информации могут служить фрагменты руды,

в том числе и реликтовые её включения в металлургических шлаках и штейнах, а также реликтовые включения тугоплавких типоморфных минералов в металлических слитках и металлических изделиях [1, 5]. Привязка палеометалла к сырьевой базе – более сложная задача, поскольку при этом необходимо преодолеть ряд проблем. Металл, полученный при металлургическом переделе медных руд формации медистых песчаников, в большинстве случаев является медью, поэтому последующий необходимый процесс легирования требует введения специальных бронзообразующих (мышьяк, сурьма, олово) присадок, которые в свою очередь могут существенным образом изменить примесную картину металла. При этом введение присадок возможно в виде фрагментов руд, а также в виде уже выплавленных самостоятельных присадочных элементов. Добавление металлического лома в выплавленный металл также приводит к искажению химического состава металла (процесс телескопирования). Следующей важной проблемой в процессе привязки продуктов металлургического передела и металлообработки к источникам минерального сырья являются процессы стратификации примесных химических элементов в расплаве металла, металлическом слитке и в металлическом изделии [8]. Необходимость учёта процессов стратификации примесных химических элементов в расплаве и в полученном металлическом слитке показана нами при изучении распределения примесных химических элементов внутри слитков меди экспериментальной плавки. Проведены исследования процесса стратификации примесных элементов внутри трёх слитков меди экспериментальной плавки методом рентгеноспектрального анализа (спектрометр ARL 9900). В результате установлено, что содержания мышьяка, сурьмы и свинца в нижней и в верхней частях слитков различаются между собой в сотни и даже тысячи раз. Такие изменения содержания может вызвать необходимость отнесения проб металла, взятых в нижней и верхней частях слитка к различным химико-металлургическим группам металла. Такая дифференциация примесных элементов вероятно во многом связана с присутствием макроскопических включений инородных фаз в металле (сульфиды, окислы и т. д.), которые, стратифицируясь внутри расплава и слитка создают контрастную микропримесную картину. Поэтому две такие контрастные пробы, отобранные из одного слитка, могут быть ошибочно привязаны к различным минерально-сырьевым базам. В результате проба, отобранная в разных частях металлического слитка и металлического изделия, может показать разный примесный состав, поэтому необходимо разработать методику отбора проб, чтобы учесть указанные процессы стратификации примесных элементов внутри палеометалла. Важнейшим методическим вопросом при этом также является применение достаточно чувствительного лабораторного метода исследования вещества, обеспечивающего получение содержаний примесных химических элементов с необходимой степенью чувствительности. Ранее, в течение многих десятилетий для изучения содержаний примесных химических элементов в палеометалле применяли наиболее доступный и дешёвый спектральный анализ, который по нашим данным не обеспечивает необходимую достоверность результатов анализов для решения поставленных задач.

Изучение содержаний примесных химических элементов в отдельных группах изделий по их функциональному назначению (топоры, копья, молоты, иглы, шилья, украшения) для разных исторических эпох позволило выявить существенную зависимость содержаний примесных элементов и функционального назначения орудий, что свидетельствует о сознательном дозированном введении бронзообразующих примесей в медь для обеспечения необходимых прочностных характеристик изделия в зависимости от его функционального назначения. Рассмотрение содержаний примесных химических элементов в древнем металле по его функциональному назначению позволило кроме того отметить тот факт, что металл древних слитков представлен медью. Последнее также указывает на использовании медных руд с невысоким содержанием бронзообразующих примесей, что свидетельствует об их целенаправленном введении в дальнейшем в металл.

При изучении каменных орудий труда широко применены минералого-петрографические методы исследований, а также микронзондовый и рентгеновские исследования для установления структурно-текстурных особенностей горных пород, типоморфных особенностей главных и аксессуарных минералов, что позволяет осуществить на местности привязку каменных орудий к конкретным выходам этих горных пород на земной поверхности. Такой комплекс исследований применён к каменным орудиям и литейным формам, обнаруженных на производственных площадках Картамышского проявления меди, что позволило провести диагностику магматических

и метаморфических горных пород и привязать их к коренным обнажениям этих горных пород, расположенных в Поднепровье [9].

Таким образом, комплексные геологические исследования памятников древней горно-металлургической деятельности на территории Донбасса позволили очертить круг решаемых исторических и геологических вопросов, достоинства и недостатки применяемых методов исследований. Заложено методический фундамент в геоархеологические исследования в целом, внесён существенный вклад в реконструкцию горно-металлургической деятельности эпохи поздней бронзы на территории Донбасса, а также оценена в целом возможность использования вещественных свидетельств производственной деятельности для решения задач по поискам месторождений полезных ископаемых.

Библіографічний список

1. Зайков В.В. Основы геоархеологии [В.В. Зайков, А.М. Юминов, Е.В. Зайкова, А.Д. Таиров], – Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 263с.
2. Гладкий М.И. Исследования на Луганщине. /М.И. Гладкий, И.А. Писларий, А.А. Кротова // Археологические открытия 1974г – М., 1975 – С. 266-268
3. Бровендер Ю.М. К вопросу о рудниках Нагольного кряжа Донецкого бассейна / Ю.М. Бровендер, Ю.П. Шубин// Археология восточно-европейской лесостепи. – Вып. 18: Отечественная археология XX века. – Воронеж: ВГУ, 2004. – С. 130-137
4. Шубин Ю.П. Значение и методы археологических свидетельств производственной деятельности в практике геологических исследований и для исторических реконструкций / Ю.П. Шубин // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения 2013): материалы минералогического семинара с международным участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ Уро РАН, 2013. – С.530-532.
5. Шубин Ю.П. Значение свидетельств древнего горнометаллургического производства для геологических изысканий и методы их исследований/Ю.П. Шубин // Наук. Праці Укр НДМІ НАН України, 2011. – С. 76 – 82.
6. Татаринцов С.И. Древние горняки-металлурги /С.И. Татаринцов.- Славянск: Печатный двор, 2003.- 131с.
7. Бровендер Ю.М. Определение объемов горных работ и оценка добычи медных руд на древних разработках Картамышского рудопроявления Донбасса / Ю.М. Бровендер, Г.И. Гайко, Ю.П. Шубин // МДАСУ. – Луганськ: Вид-во СНУ, 2010. - №8. – С. 213-219
8. Шубин Ю.П. Некоторые аспекты изучения вещественного состава продуктов металлургического производства эпохи поздней бронзы/Ю.П. Шубин, Ю.М. Бровендер//Проблеми гірничої археології (матеріали ІХ-го Картамиського польового археологічного семінару. – Алчевськ: Вид-во ДонДТУ, 2013. - С. 114-120
9. 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

Надійшла до редакції 17.06.14

Ю. П. Шубін

ДонДТУ, Алчевськ, Україна

Результати геоархеологічних досліджень на території стародавніх мідних рудників Донбасу

Багаторічні геоархеологічні дослідження пам'яток гірничо-металургійної діяльності доби пізньої бронзи, розташованих в межах Бахмутської улоговини Донбасу дозволили виконати реконструкцію виробничої діяльності минулого і визначити прогнозно-пошукове значення досліджень речовинного складу артефактів. Апробовані методи геоархеологічних досліджень на території Донбасу. Досліджений речовинний склад вихідних руд, продуктів металургійної переробки експериментальних плавок та археологічних знахідок. Виявлені закономірності перерозподілу елементів-домішок по продуктах металургійного процесу. Стратифікацію домішкових хімічних елементів всередині отриманого металу необхідно враховувати при дослідженні палеометалу. На основі аналізу отриманих результатів вироблений комплекс найбільш ефективних і достовірних методів досліджень для рішення питань нового міждисциплінарного напрямку – геоархеології.

Ключеві слова: геоархеологія, виробнича діяльність, методи досліджень, реконструкція виробництва, елементи-домішки, пошукові ознаки.

Y. P. Shubin

DonSTU, Alchevsk, Ukraine

Results of geoarcheological researches on the territory of Donbas ancient copper mines

Longterm geoarcheology researches of mine-metallurgical activities in the epoch of late bronze in Donbas Bachmut basin helped carry out the reconstruction of production activities in the past and establish forecast-prospect significance of investigation of the material composition of artefacts. The methods of geoarcheology on Donbas territory are approved. The material composition of original ore products, products of metallurgical treatment of experimental melting, and archeological evidence have been studied. Redistribution patterns of impurity elements for metallurgical process products have been established. When studying paleo metal, stratification of impurity elements in metal must be considered. On the basis of analysis of the obtained results we developed a complex of most effective and reliable methods to solve the questions of a new interdisciplinary direction – geoarcheology.

Keywords: geoarcheology, production occupation, methods of researches, reconstruction of production, elements-admixtures, search features.