



О НОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРОБЛЕМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЦВЕТНОГО МЕТАЛЛА В ЕВРАЗИИ

Современные междисциплинарные исследования по археометаллургии не обходятся без применения разнообразных аналитических методов, направленных на реконструкцию всех сторон производственной цепочки, торговых связей, экономических и культурных контактов, понимание которых основывается не только на изучении типологии изделий, но и на трансформации технологий металлообработки.

В 2015 г. профессор Марк Поллард (Оксфорд) представил проект FLAME, объединяющий исследования в области развития металлургии на территориях Евразии. Команда проекта, созданная на базе Научно-исследовательской лаборатории по археологии и истории искусства Университета Оксфорда, сфокусировалась на изучении проблем движения, обмена и трансформаций металла по материалам степных и оседлых обществ эпохи бронзы и раннего железного века огромной территории Евразии. Следует отметить, что затрагиваемые методологические проблемы идентификации источников сырья, направлений обмена, выявления переплавки и пр. оставались актуальными в районах пограничных и взаимодействующих культур степи, Центральной Азии и Китая и в эпоху средневековья¹. Для изучения практик утилизации и повторного использования металлов и сплавов, для реконструкций процессов обмена и торговли древним металлом используются данные химических элементных анализов и изотопия свинца, полученные с изделий из археологической бронзы и меди.

Источниковая база исследований включает уже имеющиеся в коллекциях артефакты и данные по ним, например, Tylecote Collection Исторического металлургического общества (Великобритания), содержащую более 800 металлографических образцов и небольшое количество секционированных объектов. Также широко задействованы базы данных Оксфордской изотопной лаборатории Oxford Archaeological Lead Isotope Database и OXSAMS Data base of ancient metal analyses from Great Britain and Ireland. Предполагается введение в научный оборот данных по новым археообъектам с исследуемых территорий. На настоящий момент проект располагает информацией по 708 радиоуглеродным датам, 5 568 анализам химического элементного состава археологических металлических изделий и 125 анализам по изотопам свинца с исследуемых территорий.

Анализ по соотношению свинцовых изотопов в настоящее время является наиболее эффективным способом выявления географического происхождения свинца в составе древних металлов (бронзах и др. изделиях из медных сплавов) и других материалов (пигменты, стекла, глазурь, краска и др.), где были использованы минералы, содержащие свинец. Этот метод основан на сравнении соотношений 3-х изотопов свинца – Pb206/204, Pb207/204, Pb208/204, – где Pb204 не является радиогенным, а также Pb207/206, Pb208/206 в археологическом металле и рудных месторождениях. Свинцовые изотопные соотношения должны быть очень точно измерены (с общей погрешностью <0,1%). В настоящее время имеется только два доступных метода, которые могут обеспечить требуемую точность. Это термальна́я ионизационная масс-спектрометрия (Thermal Ionisation Mass Spectrometry – TIMS) и мультиколлекторная с индуктивно связанной плазмой масс-спектрометрия (Multicollector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – MC-ICP-MS). Все данные

* Работа подготовлена в рамках исследований по проекту РГНФ № 15-01-00306.

¹ Конькова 2001; Gudrun 2006; Король, Конькова 2007; Черных 2009, 2013.

по свинцовым изотопам в Оксфордской лаборатории изотопного анализа были получены с использованием мультиколлекторной TIMS. Методика измерений описана², представлено также обсуждение и сопоставление данных, полученных с помощью MC-ICP-MS и TIMS³.

В начале 2016 г. в Великобритании на семинаре серии «Шелковый путь: место Азии в мировой археологии» были представлены результаты первых месяцев работы. Актуальные данные вошли в презентации и доклады семинара, состоявшегося 24 ноября 2016 г. в НИЦ «Курчатовский институт» в Москве. Семинар был посвящен изучению древних металлов и изделий, найденных на территории Европы, Китая, Северного Кавказа, Крыма. Впервые идея о том, что некоторые химические характеристики геологического сырья выступают в качестве маркера, который в металлическом предмете может быть измерен и рассмотрен в качестве свидетельства прямого или косвенного взаимодействия и обмена между населением – потребителем металлического изделия (в месте его находки) и обитателями районов рудных месторождений, была высказана еще в XIX в.⁴ В публикациях, отражающих реализацию задач проекта, отмечается важность изучения как регионов Китая, так и прилегающих территорий, в первую очередь степных пространств. На настоящий момент опубликовано около 3300 химических анализов бронзовых китайских древних предметов и введено в оборот 1300 измерений изотопных соотношений свинца в бронзах, начиная от самого раннего периода до эпохи существования династии Западного Чжоу. Ценные данные с применением метода соотношений свинцовых изотопов при исследовании китайских металлов получены по материалам из Аньяна⁵. В группе изотопных соотношений свинца особо выделены радиогенные – $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ($<0,8$). Путем сравнения с геологической базой высказано предположение, что такие изотопы свинца, вероятно, происходят из области на юго-западе Китая, где сейчас находятся административные границы современных провинций Сычуань, Юньнань и Гуйчжоу. Хотя в свинцово содержащей бронзе сигнал изотопов свинца может являться индикатором его рудного источника, а не меди, допустимо, что некоторые найденные в Аньяне археологические объекты, вероятно, происходят с юго-запада Китая, где медь и свинец сосуществовали в руде и характеризовались высокой радиогенностью изотопов свинца. Эти изотопы впоследствии были обнаружены на объектах, происходящих из раскопок бронзового века в Саньсиндуй⁶, Цзиньша⁷, на равнине Чэнду, в Ханьчжуне, в Южном Шэньси⁸ и ряде других мест. Памятники датируются эпохой «Поздняя Шань» или началом правления династий Западной Чжоу. Все эти данные были собраны и обобщены⁹. Помимо изотопных соотношений свинца, участники проекта используют сравнительный анализ бытующих металлургических традиций, призывая при исследовании элементного состава бронз публиковать данные по наличию Cu, Pb, Sn, Zn, As, Sb, Ni, Sb, Fe, Co и Bi в сплавах. Также актуален и типологический сравнительный анализ металлических изделий, употреблявшихся в Поднебесной и пограничных степных районах, например, издана работа о распространении оружия ближнего боя – топоров, кинжалов и пр.¹⁰

Отметим, что для раннесредневековых степных культур Евразии и пограничных территорий при анализе изделий из цветного металла важно не только сравнительное изучение металлургических традиций, типологической характеристики предметов, но и их

² Gale, Stos-Gale 2000.

³ Baker et al. 2006.

⁴ Gobel 1842; Wocel 1854a; 1854b; Damour 1865; Helm 1886.

⁵ Jin 2008.

⁶ Jin et al. 1995.

⁷ Jin et al. 2004.

⁸ Jin et al. 2006.

⁹ Liu et al. 2015.

¹⁰ Rawson 2015.

декора. Для «тюркской» эпохи свойственно чрезвычайно широкое распространение моды на ременные украшения определенных форм и отделки. Актуален вопрос не только о происхождении металла в каждом регионе, но и о местах изготовления внешне иногда идентичных предметов (в том числе и по декору), но имеющих разные технологические характеристики, включая состав металла. Именно такой комплексный подход дает возможность выйти на уровень исторических обобщений в оценке ремесленных традиций, а также поставить вопрос о системе организации производства и распространения изделий¹¹.

Поскольку проблемы взаимодействия, циркуляции металла, его переплавки и пр. актуальны в различные исторические интервалы для разных территорий, то в поле зрения попали и другие зоны Евразии, например, вводится в науку значительная новая база по химическому анализу британских медных сплавов, начиная с позднего железного века до раннего средневековья. Их анализ показывает, что значительные изменения в обращении металла происходят в начале первого века нашей эры и в начале англо-саксонского периода¹². Также рассматривается ранняя медь и медные сплавы альпийского металлургического региона, отмечается в западной части Альп, по сравнению с восточной, преобладание оловянистой бронзы¹³. Для археологических объектов из медных сплавов представлена новая методология интерпретации свинцовых изотопных соотношений, выявившая очевидное несоответствие между данным изотопной геохимии некоторых источников меди и археологическими данными. Описана методика обнаружения смешанных изотопных сигналов местного и привозного металла, используемого совместно при изготовлении одного металлоизделия, ранее ошибочно относимого к одному конкретному рудному источнику¹⁴. На основании значительного массива данных химического анализа (около 5000 предметов) медных сплавов Ближнего Востока эпохи бронзы и железного века ставится вопрос об источниках олова. Реконструируются различные системы обмена и отмечается решающая роль источников олова в Западном Иране в эпоху железа¹⁵. Программа исследований рассчитана на пять лет и ее реализация, благодаря новым технологиям и огромному суммируемому фактическому материалу, безусловно, расширит представления об обмене металлом, вопросах переработки изделий, трансформации технологий и пр. Интеграция в проект данных по бронзовым изделиям Зауралья, Саяно-Алтая и других регионов Северной Евразии поможет лучше понять взаимодействие степных культур и Китая, направление обмена сырьем и технологиями, проблемы циркуляции металла и его переиспользования, основы которого были заложены в эпоху бронзы и, по видимому, оставались актуальными и в Средневековье.

Грешников Эдуард Аркадьевич,
ведущий специалист Лаборатории
естественно-научных методов в гуманитарных науках
Национального исследовательского центра «Курчатовский
институт»

¹¹ Горбунова и др. 200; Король, Конькова 2012; Король, Наумова 2015.

¹² Pollard, Bray 2015.

¹³ Perucchetti et al. 2015.

¹⁴ Pollard et al. 2015.

¹⁵ Cuenod et al. 2015.

- Горбунова, Т.Г., Тишкин, А.А., Хаврин, С.В. 2009: *Средневековые украшения конского снаряжения на Алтае: морфологический анализ, технология изготовления, состав сплавов*. Барнаул.
- Конькова, Л.В. 2001: Аналитические методы в исследовании древнего ремесла. В кн.: *Древние ремесленники Приуралья. УИИЯЛ УрО РАН*. М., 44–53.
- Король, Г.Г., Конькова, Л.В. 2007: Производство и распространение раннесредневековой торевтики малых форм в Центральной Азии. *РА* 2, 25–32.
- Король, Г.Г., Конькова, Л.В. 2012: Коллекция первой трети XIX в. из Эрмитажа: средневековая торевтика малых форм с Алтая. В сб.: О.В. Советова, Г.Г. Король (ред.), *Изобразительные и технологические традиции в искусстве Северной и Центральной Азии*. М.–Кемерово, 121–156.
- Король, Г.Г., Наумова, О.Б. 2015: Организация художественной металлообработки в раннесредневековой Центральной Азии: возможности реконструкции. В сб.: *Интеграция археологических и этнографических исследований*. Барнаул–Омск, 200–204.
- Черных, Е.Н. 2009: Степной пояс Евразии: феномен кочевых культур. В кн.: *Рукописные памятники Древней Руси*. М.
- Черных, Е.Н. 2013: Культуры кочевников в мегаструктуре Евразийского мира. В кн.: *Языки славянской культуры*. Т. 2. М.
- Baker, J., Stos, S., Waight, T. 2006: Lead isotope analysis of archaeological metals by multiple-collector inductively coupled plasma mass spectrometry. *Archaeometry* 48, 1, 45–56.
- Cuenod, A., Bray, P., Pollard, M. 2015: The “tin problem” in the prehistoric Near East: further insights from a study of chemical datasets on copper alloys from Iran and Mesopotamia. *British Institute of Persian Studies. Iran* LIII, 29–48.
- Damour, A. 1865: Sur la composition des baches en pierre trouvees dans les monuments celtiques et chez les tribus sauvages. *Compt. Rend* 61, 357–368.
- Gale, N.H., Stos-Gale, Z.A. 2000: Lead isotope analyses applied to provenance studies. In: E. Ciliberto, G. Spoto (ed.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*. Wiley–New York, 503–584.
- Gobel, F. 1842: *Ueber den Einfluss der Chemie auf die Ermittlung der Volker der Vorzeit oder Resultate der chemischen Untersuchung metallischer Alterthümer*. Erlangen.
- Gudrun, J. 2006: *Tibetische Amulette aus Himmels-Eisen. Das Geheimnis der Toktschaks*. Leidorf.
- Helm, O. 1886: Anhang. Der mykenische Bernstein. In H. Schliemann (ed.), *Tiryns. Der prahistorische Palast der Könige von Tiryns. Ergebnisse der neuesten Ausgrabungen*, Leipzig–Brockhaus, 425–432.
- Jin, Z. (ed.) 2008: *Lead Isotope Archaeology in China, Press of Science and Technology*. Hefei.
- Jin, Z., Mabuchi, H., Chase, W.T., Chen, D., Miwa, K., Hirao, Y., Zhao, D. 1995: A study on lead isotope ratios of the Sanxingdui pit burial bronzes, Wen Wu. *Cultural Relics* 465 (2), 80–85.
- Jin, Z., Zhu, B., Chang, X., Xu, Z., Zhang, Q., Tang, F. 2004: Lead isotopic analysis of the bronze vessels from Jinsha near Chengdu. *Cultural Relics* 7, 76–88.
- Jin, Z., Zhu, B., Chang, X., Zhang, Q., Tang, F. 2006: Lead isotopic studies on partial copper-based objects in Baoshan and Chengyang metal assemblage: analyses and discussion. In: C. Zhao (ed.), *Kexue Chubanshe*. Beijing, 250–259.
- Liu, R., Bray, P., Pollard, M., Homme, P. 2015: Chemical analysis of ancient Chinese copper-based objects: Past, present and future. *Archaeological Research in Asia* 3, 1–8.
- Perucchetti, L., Bray, P., Dolfini, A., Pollard, M. 2015: Physical Barriers, Cultural Connections: Prehistoric Metallurgy across the Alpine Region. *European Journal of Archaeology* 18, 4, 599–632.

- Pollard, M., Bray, J.V. 2015: A New Method For Combining Lead Isotope and Lead Abundance Data to Characterize Archaeological Copper Alloys. *Archaeometry* 57, 6, 996–1008.
- Pollard, M., Bray, J.V., Gosden, C., Wilson, A., Hamerow, H. 2015: Characterising copper-based metals in Britain in the first millennium AD: a preliminary quantification of metal flow and recycling *Antiquity* 89, 345, 697–713.
- Rawson, J. 2015: Steppe Weapons in Ancient China and the Role of Hand-to-hand Combat. *The National Palace Museum Research Quarterly* 33, 1, 37–96.
- Wocel, J. 1854: Ueber die Methode, die chalkometrischen Werthe der antiken Bronze zu bestimmen *S.B* 27. Nov. 1854.
- Wocel, J. 1854: Ueber einige bei Swijan aufgefundene Bronze object. *S.B* 8., 1854.

REFERENSES

- Baker, J., Stos, S., Waight, T. 2006: Lead isotope analysis of archaeological metals by multiple-collector inductively coupled plasma mass spectrometry. *Archaeometry* 48, 1, 45–56.
- Chernyhr, E.N. 2009: Stepnoj poyas Evrazii: fenomen kochevyhr kul'tur. In: *Rukopisnye pamyatniki Drevnej Rusi*. Moscow.
- Chernyhr, E.N. 2013: Kul'tury nomadov v megastrukture Evrazijskogo mira. In: *Yazyki slavyanskoj kul'tury*. T. 2. Moscow.
- Cuenod, A., Bray, P., Pollard, M. 2015: The “tin problem” in the prehistoric Near East: further insights from a study of chemical datasets on copper alloys from Iran and Mesopotamia. *British Institute of Persian Studies. Iran LIII*, 29–48.
- Damour, A. 1865: Sur la composition des baches en pierre trouvees dans les monuments celtiques et chez les tribus sauvages. *Compt. Rend* 61, 357–368.
- Gale, N.H., Stos-Gale, Z.A. 2000: Lead isotope analyses applied to provenance studies. In: E. Ciliberto, G. Spoto (ed.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*. Wiley–New York, 503–584.
- Gobel, F. 1842: *Ueber den Einfluss der Chemie auf die Ermittlung der Volker der Vorzeit oder Resultate der chemischen Untersuchung metallischer Alterthümer*. Erlangen.
- Gorbunova, T.G., Tishkin, A.A., Hravrin, S.V. 2009: *Srednevekovye ukrasheniya konskogo snaryazheniya na Altae: morfologicheskij analiz, tehrnologiya izgotovleniya, sostav splavov*. Barnaul.
- Gudrun, J. 2006: *Tibetische Amulette aus Himmels-Eisen. Das Geheimnis der Toktschaks*. Leidorf.
- Helm, O. 1886: Anhang. Der mykenische Bernstein. In H. Schliemanin (ed.), *Tiryns. Der prahistorische Palast der Konige von Tiryns. Ergebnisse der neiensten Ausgrabungen*, Leipzig–Brockhaus, 425–432.
- Jin, Z. (ed.) 2008: *Lead Isotope Archaeology in China, Press of Science and Technology*. Hefei.
- Jin, Z., Mabuchi, H., Chase, W.T., Chen, D., Miwa, K., Hirao, Y., Zhao, D. 1995: A study on lead isotope ratios of the Sanxingdui pit burial bronzes, Wen Wu. *Cultural Relics* 465 (2), 80–85.
- Jin, Z., Zhu, B., Chang, X., Xu, Z., Zhang, Q., Tang F. 2004: Lead isotopic analysis of the bronze vessels from Jinsha near Chengdu. *Cultural Relics* 7, 76–88.
- Jin, Z., Zhu, B., Chang, X., Zhang, Q., Tang, F. 2006: Lead isotopic studies on partial copper-based objects in Baoshan and Chengyang metal assemblage: analyses and discussion. In: C. Zhao (ed.), *Kexue Chubanshe*. Beijing, 250–259.
- Kon'kova, L.V. 2001: Analiticheskie metody v issledovanii drevnego remesla. In: *Drevnie remeslenniki Priural'ya. UIIYaL UrO RAN*. Moscow, 44–53.
- Korol', G.G., Kon'kova, L.V. 2007: Proizvodstvo i rasprostranenie rannesrednevekovoj torevtiki malyhr form v Central'noj Azii. *RA* 2, 25–32.

- Korol', G.G., Kon'kova, L.V. 2012: Kollekcija pervoj treti XIX v. iz Ermitazha: srednevekovaya torevtika malyhr form s Altaya. In: O.V. Sovetova, G.G. Korol' (red.), *Izobrazitel'nye i tehnologicheskie tradicii v iskusstve Severnoj i Central'noj Azii*. Moscow–Kemerovo, 121–156.
- Korol', G.G., Naumova, O.B. 2015: Organizacija hrudozhestvennoj metalloobrabotki v rannesrednevekovoj Central'noj Azii: vozmozhnosti rekonstrukcii. In: *Integracija arheologicheskikh i etnograficheskikh issledovanij*. Barnaul–Omsk, 200–204.
- Liu, R., Bray, P., Pollard, M., Homme, P. 2015: Chemical analysis of ancient Chinese copper-based objects: Past, present and future. *Archaeological Research in Asia* 3, 1–8.
- Perucchetti, L., Bray, P., Dolfini, A., Pollard, M. 2015: Physical Barriers, Cultural Connections: Prehistoric Metallurgy across the Alpine Region. *European Journal of Archaeology* 18, 4, 599–632.
- Pollard, M., Bray, J.V. 2015: A New Method For Combining Lead Isotope and Lead Abundance Data to Characterize Archaeological Copper Alloys. *Archaeometry* 57, 6, 996–1008.
- Pollard, M., Bray, J.V., Gosden, C., Wilson, A., Hamerow, H. 2015: Characterising copper-based metals in Britain in the first millennium AD: a preliminary quantification of metal flow and recycling *Antiquity* 89, 345, 697–713.
- Rawson, J. 2015: Steppe Weapons in Ancient China and the Role of Hand-to-hand Combat. *The National Palace Museum Research Quarterly* 33, 1, 37–96.
- Wocel, J. 1854: Ueber die Methode, die chalkometrischen Werthe der antiken Bronze zu bestimmen *S.B* 27. Nov. 1854.
- Wocel, J. 1854: Ueber einige bei Swijan aufgefundene Bronze object. *S.B* 8., 1854.
-
-