

Stabilne izotopy miedzi i żelaza jako wskaźniki pochodzenia zabytków nieżelaznych - walidacja do badań proveniencji metali

Streszczenie popularno-naukowe

Jednym z kluczowych pytań współczesnej archeometalurgii jest to, w jaki sposób określić pochodzenie zabytku metalowego, który został przemieszczony z miejsca wytworzenia. Najnowszą i obiecującą metodą odpowiedzi na to pytanie jest weryfikacja izotopowego składu rudy metalu i zabytku na podstawie stosunków izotopowych miedzi (Cu) i żelaza (Fe). Wynika to z faktu, że stabilne izotopy Cu i Fe nie ulegają frakcjonowaniu w wysokich temperaturach, a zagrożenie kontaminacją pochodzącą od innych składników stosowanych w procesie metalurgicznym, takich jak paliwo czy topnik, jest niewielkie. Ponadto miedź i żelazo są dwoma metalami, które powszechnie występują w złożach miedzi, najczęściej w formie siarczków takich jak np. bornit (Cu_5FeS_4), chalkopiryt (CuFeS_2) czy chalkozyn (Cu_2S), a podczas wytopu metalu deponowane są zarówno w koncentracji metalu (późniejszym zabytku), jak i w żużlu hutniczym, wraz z krzemianowymi pozostałościami rudy i topnika.

Głównym celem projektu jest określenie czy badania stosunków stabilnych izotopów miedzi i żelaza stanowią metodę wiarygodną do rozpoznawania proveniencji nieżelaznych (miedziowych) zabytków metalowych. W projekcie podejmujemy zagadnienie zasadności stosowania tej metodologii ze względu na wpływ dodatkowych elementów procesu wytopu metalu, takich jak warunki chłodzenia i dodatki topników wpływających na warunki redoks, które, zgodnie z obecnym stanem wiedzy, powinny skutkować frakcjonowaniem izotopów Cu i Fe, a które nie zostały zweryfikowane w dotychczasowych badaniach. Podjęty zostanie również problem homogeniczności składu izotopowego złóż miedzi na przykładzie złoża formacji Zechstein Kupferschiefer, gdzie zbadamy złoża pierwotne (mineralizacja masywna i rozproszona) eksploatowane obecnie na terenie monokliny przedsudeckiej i wtórne (utlenione) terenu synklinorium północnosudeckiego.

W pierwszym etapie badania oparte zostaną na analizach rud miedzi i żużli hutniczych powstałych jako poboczny produkt wytopu miedzi z badanych rud. Żużle stanowią cenny materiał badawczy, dlatego że na ich podstawie jesteśmy w stanie określić zmiany występujące w zabytkach, bez konieczności niszczenia dziedzictwa kulturowego. Jednocześnie żużle zachowane są w dużych ilościach w dawnym (synklinorium północnosudeckie) i współczesnym (monoklina przedsudecka) ośrodku wytopu miedzi. Drugi etap realizacji będzie miał charakter eksperymentalny i w jego ramach wykonana zostanie seria nisko- i wysokotemperaturowych eksperymentów laboratoryjnych z dodatkami różnych topników zmieniających warunki redoks podczas symulowanego wytopu. Badania przeprowadzone zostaną w warunkach natychmiastowego chłodzenia oraz wolnej krystalizacji. Uzyskane wnioski będą bardzo cenne ze względu na niewielką liczbę podobnych badań i włączenie niepodjętych wcześniej elementów procesu metalurgicznego, który był silnie zróżnicowany w czasie i przestrzeni.

W projekcie wykorzystane zostaną metody powszechnie stosowane do badań geochemicznych i petrologicznych, takie jak analizy całkowitego składu chemicznego (bulk-chemistry), badania składu chemicznego minerałów i faz metalicznych (skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM-EDS) oraz mikrosondą elektronową (EMPA)). Zastosujemy także bardziej wyrafinowane techniki, takie jak wielodetektorową spektrometrię mas z plazmą wzbudzaną indukcyjnie (MS-ICP-MS) oraz femtosekundową ablację laserową sprzężoną ze spektrometrem mas z plazmą wzbudzaną indukcyjnie (fs-LA-ICPMS) do oznaczania składu izotopowego Cu i Fe.

Wyniki badań umożliwią potwierdzenie możliwości stosowania stabilnych izotopów miedzi i żelaza jako wskaźników pochodzenia nieżelaznych zabytków metalowych. Realizacja projektu przyczyni się do szczegółowego rozpoznania izotopowego (Cu i Fe) dwóch odmiennych stref najważniejszego złoża miedzi w Polsce. W zależności od uzyskanych wyników, projekt ma szansę na stworzenie dodatkowych wniosków na temat genezy badanych złóż miedzi, a także frakcjonowania izotopowego w strefie supergeniczej.