

Obr. 1 Odkrytá časť chrámu v Usli (Sudán) s označenou polohou nálezov fragmentov A a B (foto M. Bárta)

Bronzové fragmenty z Usli (Sudán)¹

Martin Odler² – Jiří Kmošek³

Počas archeologického výskumu chrámu v Usli (Sudán) sa našlo niekoľko drobných bronzových fragmentov (obr. 1). Na rozdiel od Egypta, odkiaľ nie je možné legálne vyviezť žiadne vzorky ani artefakty, zo Sudánu je povolené exportovať vzorky i celé nálezy na analytické spracovanie. Samozrejmosťou je, že nálezy sa musia potom vrátiť naspäť do krajiny pôvodu. Túto možnosť sme využili v prípade bronzových fragmentov a okrem tradičného archeologického spracovania nálezov sme vykonali aj základné archeometalurgické analýzy fragmentov v spolupráci s jedným z autorov článku, J. Kmoškom z Vysokej školy chemicko-technologickej v Prahe. Analýzy umožnili ich presnejšiu interpretáciu a ukazujú dôležitosť skúmania materiálovej stránky artefaktov pre poznanie a výklad výsledkov archeologického výskumu.

Nelegálne prieskumy s detektormi kovov sú v Sudáne a aj na lokalite Usli rozšírené, je preto veľmi pravdepodobné, že nájdené fragmenty sú iba drobnými pozostatkami kovových nálezov z lokality. Nálezová situácia všetkých fragmentov napovedá, že sa nachádzajú v sekundárnej polohe, nie na mieste svojho pôvodného uloženia. Viaceré ďalšie archeologické situácie boli už pravdepodobne porušené (Bárta *et al.* 2013b: 68–69). Chemické analýzy zloženia a operačného reťazca umožňujú nájsť zodpovedajúce analógie pre jednotlivé zlomky objavené počas odkryvania chrámu v Usli.

Súbor obsahuje tri fragmenty. Fragment A sa našiel vo štvorci 2A, zapadnutý v škáre medzi podlahovými kamennými blokmi chrámu, západne od podstavca jedného zo stĺpov (obr. 1: A). Je zlomkom plochej bronzovej doštičky (rozmery 24 × 24 × 7 mm, hmotnosť 19,71 g). Zachovali sa všetky povrchy aj pôvodný tvar artefaktu. Svojím tva-

rom a rozmermi sa podobajú na plaketky, ktoré tvorili súčasť tzv. zakladacích depotov. Súčasťou rituálov, ktoré sprevádzali začiatok prác na rôznych kamenných stavbách, bolo aj ukladanie tzv. zakladacích depotov obsahujúcich rôzne predmety s rituálnymi vzťahmi k stavbe (napr. modely nástrojov a „vzorky“ rôznych materiálov) pod základy stavieb, chrámov i hrobiek (Weinstein 1973). Plaketky a modely nástrojov boli súčasťou zakladacích depotov už od 11. dynastie (Weinstein 1973: 34), plaketky sú však častejšie v Novej ríši, vyrábajú sa z fajansy (Weinstein 1973: 126–133) a až od 19. dynastie sa začínajú vyrábať aj z iných materiálov, vrátane medi a bronzu (Weinstein 1973: 237).⁴ Plaketky bývali popísané aj nepopísané, fragment z Usli žiadny nápis neobsahuje. Najstarší zakladací depot obsahujúci fajansové plaketky sa našiel pri výskume chrámu v Dokki Gel a obsahoval kartuše Thutmoseho III. a IV. (Bonnet – Valbelle 2004: 112, Fig. 83).

Modely nástrojov a fajansové plaketky v Núbii obsahoval depot z obdobia vlády Achnatona, zo stavby chrámu v Se-sebi (Blackman 1937; Weinstein 1973: 128). Dva depoty z Džebel Barkalu patria do Novej ríše, nie je však jasné, ktorému panovníkovi (Reisner 1917: 220–222, Pl. XLV; Weinstein 1973: 271). Neobsahujú však plaketky z iných materiálov okrem fajansy. Z chrámov napatského obdobia sa kovové plaketky s podobnými rozmermi ako fragment A našli v zakladacom depote chrámu B 700 v Džebel Barkale z obdobia vlády panovníka Atlanersua (Reisner 1918; Dunham 1970: 73, Pl. LVII, G). V Núbii sa podobné plaketky nachádzali aj v hrobkách napatských kráľov v Kurru (napr. z pyramídy Ku 1 – Dunham 1950: Fig. 7c) a Nuri (napr. Dunham 1955: Fig. 151, zakladací depot pyramídy Nu 11, aj s bronzovou plaketkou). Vzhľadom na predbežné datovanie stavby chrámu v Usli do obdobia Novej ríše (Bárta *et al.* 2013a, 2013b) je možné aj pre tento fragment predpokladať datovanie *terminus post quem*, to znamená, že je z Novej ríše alebo mladší. Olovo sa do medených zliatin vo väčšej miere začína pridávať v Novej ríši, podľa Ogdena (2000: 154–155) hlavne od 19. dynastie, a malo uľahčovať odlievanie artefaktov z medených zliatin. Aj tento fakt poukazuje na datovanie do Novej ríše. Plaketky z bronzu sa vyskytujú až od 19. dynastie. Bronzové plaketky zo zakladacích depotov pyramíd z napatského obdobia na lokalite Nuri boli analyzované Michaelom Cowellom (1997). Svojím chemickým zložením sa podobajú plaketke z Usli, vyrobené boli z bronzu s prímiesou olova. Zakladacie depoty sa zvyknú nachádzať neporušené, no Petrie (1902: Pl. LXX, 7–9) publikoval z Usirovho chrámu v Abyde súbor s predmetmi z viacerých depotov vrátane jednej nepopísanej skorodovanej bronzovej (?) plaketky. Podľa interpretácie Weinsteina (1973: 287) obsahuje tento súbor predmety z viacerých období, minimálne z Novej ríše a Neskorej doby. Fragment z Usli bol určite premiestnený z pôvodného kontextu uloženia.

Artefakt B sa našiel pri výskume chrámu v severovýchodnom rohu štvorca 2B. Pri začistení kamennej podlahy bol objavený v škáre pri zachovanom kamennom murive chrámu zasahujúceho sem zo štvorca 1D (obr. 1: B). Tvoria ho dva zlepiteľné zlomky úzkeho hranola, veľmi pravdepodobne skladajúce dlátka s tzv. priečne položenou čepeľou, ktorú však rozrušila korózia (45 × 6 × 5 mm, hmotnosť 4,99 g). Metalografická analýza potvrdila, že artefakt bol žiháný a prekovaný tak, aby sa mohol používať. Analógie artefaktu existujú v dvoch kategóriách: ide o tvarové analógie a analógie v chemickom zložení. Tvarové analógie pochádzajú napr. spomedzi dlát zo zakladacích depotov Hatšepsut a Thutmoseho III. z thébskej oblasti, dnes uložených v Neues Museum v Berlíne (Schoske 2007: 16, katalógové čísla 20, 21), a z depotov z novorišských chrámov 500 a 700 v Džebel Barkale (Reisner 1917: Pl. XLV). Nálezy fragmentov dlát s obdĺžnikovým prierezom tyčinky pochádzajú aj z Amarny, mimo kontextov zakladacích depotov (Kemp – Stevens *et al.* 2010: Fig. 20.4, nálezy č. 35176, 35422; Stevens *et al.* 2012: 216, Fig. 16.2, nálež č. 39121), pred nakreslením a publikovaním však neboli vyčistené, takže autori monografie mali problém s určením ich pôvodného účelu. Publikované analýzy dlát z obdobia Novej ríše sú z hľadiska chemického zloženia podobné dlátka z Usli. Sú to napr. dve dláta

z Amarny, dnes v egyptskej zbierke Ashmolean Museum v Oxforde. Dlátka 1924.81 obsahovalo 93 % medi a 6,25 % cínu, dlátka 1924.82 bolo vyrobené zo zliatiny s 93 % medi a 6,94 % cínu (Stos-Gale – Gale – Houghton 1995: Tab. 1, 3). Dlátka môže pochádzať zo zakladacieho depotu, metalurgicky bolo však spracované spôsobom, ktorý umožňoval aj jeho praktické použitie. Modely nástrojov sa vyskytujú aj v napatskom období, vyrábali sa však najmä z plechu. Röntgenová fluorescenčná analýza modelov nástrojov z Nuri ukázala, že boli vyrobené z bronzu, občas s prímiesou olova (Cowell 1997: Tab. 4). Avšak modely z Nuri neboli skúmané metalograficky a nepoznáme zatiaľ spôsob ich výroby.

Fragment C je drobným zlomkom bronzového alebo medeného drôtu, azda fragment drobného šperku, napr. náušnice (18 × 5 × 3 mm, hmotnosť 2,41 g). Našiel sa pri začistení podlahy chrámu vo štvorci 2D. Vzhľadom na rozmery artefaktu nebol spracovaný analyticky. Medzi kovovými fragmentmi z Amarny sa nachádzajú aj fragmenty s „háčikmi“ (Kemp – Stevens *et al.* 2010: Fig. 20.1), neboli však skúmané metalograficky, a nie je teda jasné, či tvar vznikol primárne a súvisel s účelom artefaktu, alebo sekundárne v post-depozíčnej histórii.

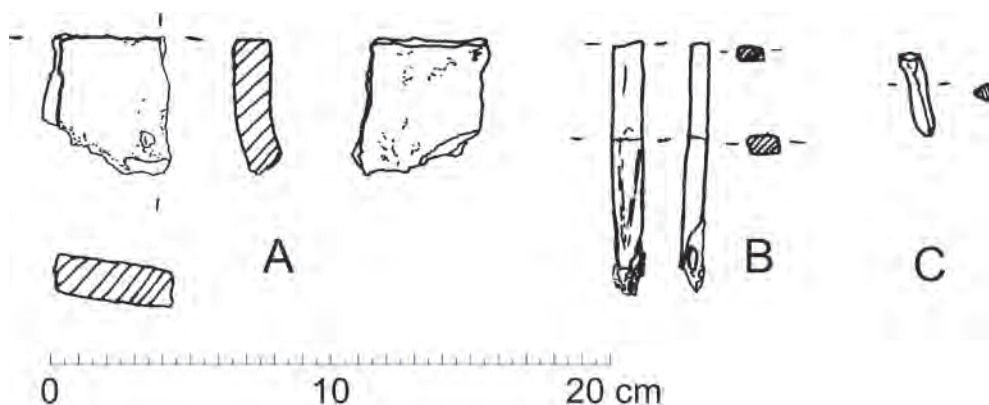
Objavené bronzové artefakty je dôležité (aspoň čiastočne) očistiť od korózných produktov, až potom je možné približné určenie účelu predmetov. Potvrdilo sa to i v prípade bronzových fragmentov z Usli, odborne vyčistených a stabilizovaných J. Kmoškom. Ešte v súčasnosti sa však stáva, že expedície pôsobiace v severovýchodnej Afrike publikujú neočistené bronzové artefakty (ako sa priznávajú Barry Kemp a Anna Stevénsová v úvodoch kapitol o kovových predmetoch zo štvorca 12 v hlavnom meste v Amarne – pozri Kemp – Stevens *et al.* 2010: 343, a z remeselníckej dediny v Amarne – pozri Stevens *et al.* 2012: 205). Publikácie tak nedosahujú základný štandard vyžadovaný pre sprístupňovanie nálezov kovových artefaktov. Je otázne, či je interpretácia niektorých neočistených drobných zlomkov správna a či má komplexné priestorové a štatistické vyhodnocovanie nepresne určených kovových artefaktov z Amarny vôbec zmysel (Shaw 2012: 129–150).

Kovové artefakty sú v staroegyptskej kultúre zatiaľ známe len veľmi málo, resp. nedostatočne, ako upozornil vo svojej kapitole o kovocho v starovekom Egypte v referenčnej príručke o staroegyptských materiáloch a technológiách Jack Ogden (2000). Tvarové analógie a analógie v chemickom zložení neumožňujú rozlíšiť, či fragmenty pochádzajú z Novej ríše alebo z napatského obdobia, v oboch obdobiach sa rozsiahlo používal bronz s prímiesou olova a môže sa vyskytovať v Núbii. Rozmery a nálezový kontext artefaktov napovedajú, že zlomky A a B môžu byť fragmentmi porušeného zakladacieho depotu alebo zakladacích depotov. Zlomok B môže byť fragmentom bežne používaného úzkeho dlátka.

Výsledky analýz artefaktů z Usli

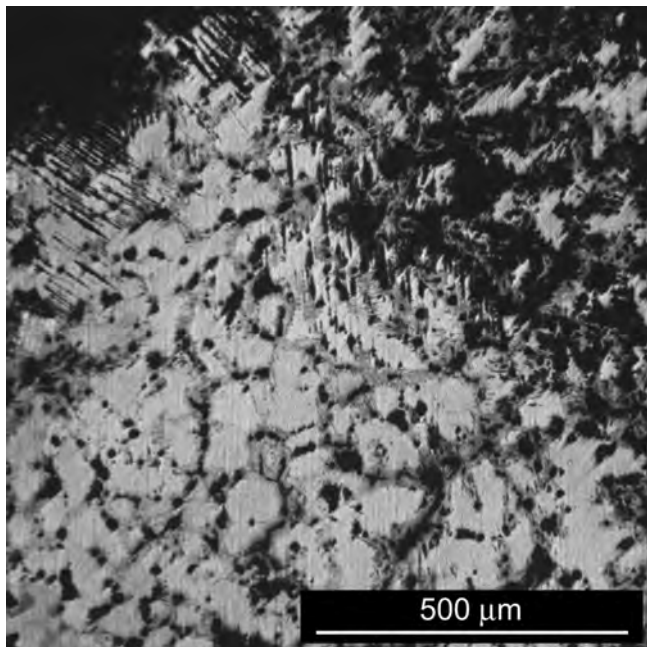
Z celkového počtu štych fragmentů byly vybrány fragmenty A a B, které mají částečně zachovalé kovové jádro (obr. 2), a bylo tedy možné z nich odebrat vzorky pro metalografickou analýzu. Metalografické výbrusy byly připraveny z příčného řezu vzorků.⁵

Obr. 2 Zlomky bronzových
předmětů z lokality Usli
(kresba M. Odler)

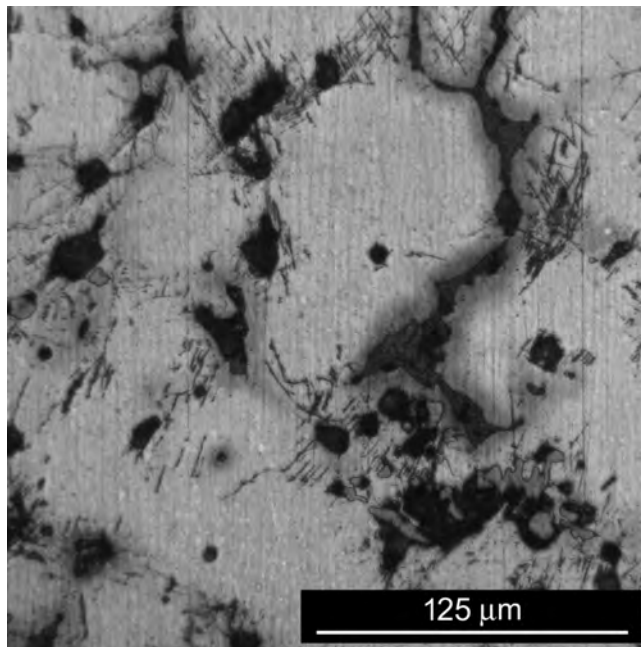


Z výsledku chemické analýzy vyplývá, že fragment A je vyroben ze slitiny mědi, cínu a olova (cínovo-olověného bronzu) s příměsí arzenu. Tmavě šedé útvary vyskytující se podél hranic zrn ve struktuře fragmentu A svým složením pravděpodobně odpovídají korozním produktům základního materiálu (cínovo-olověného bronzu) na bázi chloridů (obr. 4). Ve struktuře fragmentu A byly identifikovány

i částice olova (obr. 5; tab. 1). Vměstky ve fragmentu A (obr. 4 – světle šedé částice, obr. 6) byly určeny jako nekovové vměstky na bázi sulfidů mědi (tab. 1). Fragment B je vyroben ze slitiny mědi a cínu (cínového bronzu). Metodou rentgenové fluorescenční analýzy byla ve složení vzorku dále prokázána přítomnost 0,7 % Pb a 0,1 % P. Tyto prvky se nacházely pod mezí detekce elektronového rastrovacího



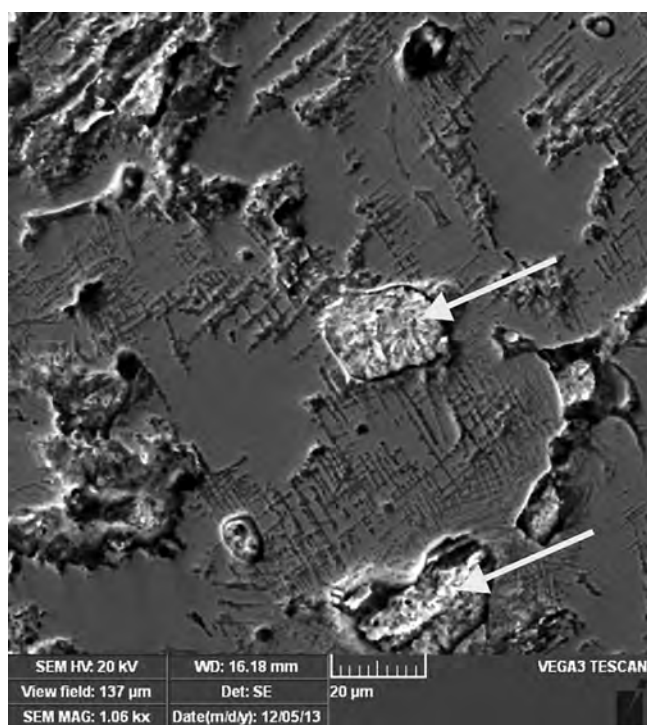
Obr. 3 Struktura kovu fragmentu A – výrazné korozní napadení po hranicích zrn kovu (foto z metalografického mikroskopu Olympus PME 3 J. Kmošek)



Obr. 4 Struktura kovu fragmentu A – litá struktura kovu s nekovovými vměstky (světle šedé částice) a korozními produkty (tmavě šedé částice) podél hranic zrn kovu (foto z metalografického mikroskopu Olympus PME 3 J. Kmošek)

XRF analýza	Cu	Sn	Pb	As	S	P	Cl	Si
Fragment A – základní materiál	87,2	8,9	3,2	0,7	–	–	–	–
Fragment B – základní materiál	94,0	5,2	0,7			0,1	–	–
SEM/EDS analýza								
Fragment A – tmavě šedé částice podél hranic zrn	30,1	56,1	10,7	1,1	–	–	1,6	0,4
Fragment A – částice olova	13,7	1,5	64,6	–	–	–	20,2	–
Fragment A – nekovový vměstek	78,3	1,4	–	–	19,7	–	–	0,6
Fragment B – nekovový vměstek	78,9	–	–	–	20,8	–	–	0,3

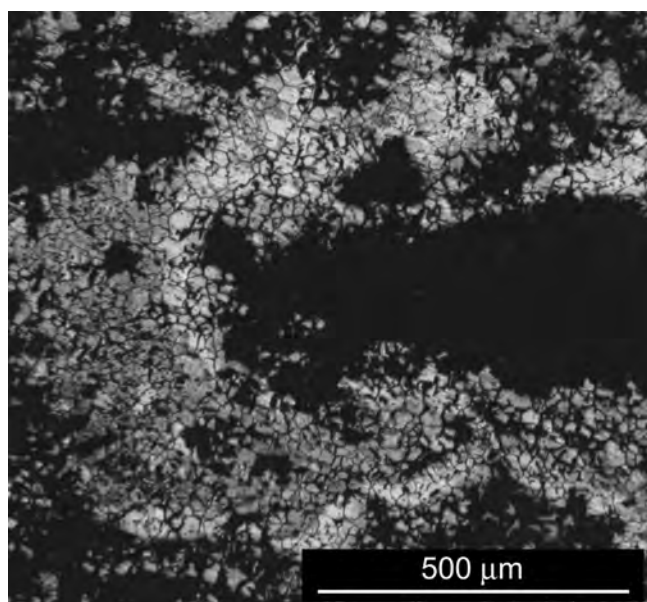
Tab. 1 Chemické složení fragmentu A a B, vyjádřené v hmotnostních procentech bylo analyzováno metodou rentgenové fluorescenční analýzy (XRF) a elektronovým rastrovacím mikroskopem s energově disperzním analyzátozem (SEM/EDS)



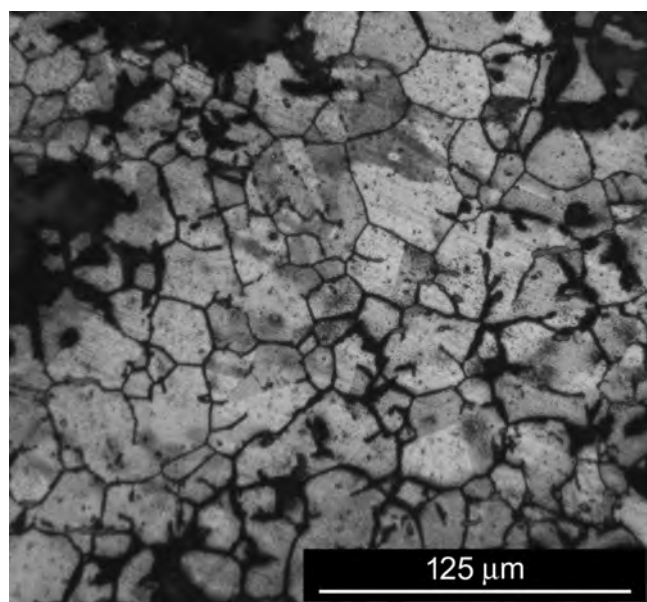
Obr. 5 Částice olova ve struktuře kovu fragmentu A (foto z elektronového skenovacího mikroskopu Tescan Vega 3 Š. Msallamová)



Obr. 6 Nekovové vměstky ve struktuře kovu fragmentu A (foto z elektronového skenovacího mikroskopu Tescan Vega 3 Š. Msallamová)



Obr. 7 Struktura kovu fragmentu B – výrazné korozní napadení po hranicích zrn kovu s absencí materiálu ve střední části vzorku (foto z metalografického mikroskopu Olympus PME 3 J. Kmošek)



Obr. 8 Struktura kovu fragmentu B – plně rekrystalizovaná struktura kovu s patrným dvojčatěním, nekovovými vměstky (světle šedé částice) a výrazným korozním napadením po hranicích zrn (foto z metalografického mikroskopu Olympus PME 3 J. Kmošek)

mikroskopu s EDS analyzátozem. Další minoritní prvky (např. Fe, Sb, Bi, Co, As atd.), často přítomné v bronzových slitinách, nebyly analýzou identifikovány, a to ani při podrobném průřezu jednotlivých strukturních fází a nehomogenit materiálu (tab. 1). Vměstky ve fragmentu B (obr. 8 – světle šedé částice) byly určeny jako nekovové vměstky na bázi sulfidů mědi (tab.1) (Scott 1991: 25–29).

Struktura materiálu fragmentu A odpovídá litému stavu bez výraznějšího tváření a bez dalšího tepelného zpracování (obr. 3, 4). Podél hranic zrn kovu lze pozorovat pravděpodobný výskyt korozních produktů základního mate-

riálu na bázi chloridů (obr. 4). V materiálu byly identifikovány také částice olova (obr. 5) a sulfidické vměstky (obr. 6). Struktura fragmentu B odpovídá mechanicky tvářenému materiálu (výskyt dvojčatění – deformačních linií ve struktuře bronzu), který byl následně zpracován metodou rekrystalizačního žhání (obr. 7, 8). Ve struktuře kovu lze pozorovat i mírně protažené nekovové vměstky (obr. 8) (Bailey 1984; Davies 2001; Wang – Ottaway 2004). Ke zjištění přesného složení korozních produktů přítomných podél hranic zrn ve vzorku fragmentu A a B by musela být použita RTG difrakční analýza.

Závěr

Fragment A byl vyroben z cíno-olověného bronzu s příměsí arzenu s chemickým složením 87,2 % Cu, 8,9 % Sn, 3,2 % Pb, 0,7 % As technologií odlévání bez výraznějšího tváření a bez následného tepelného zpracování. Fragment B byl vyroben pravděpodobně kovaním z cínového bronzu s chemickým složením 94,0 % Cu, 5,2 % Sn s malým obsahem olova a fosforu. Hotový tvar byl poté tepelně zpracován metodou rekrystalizačního žhání. Fosfor se často vyskytuje např. v staroegyptských nálezích fajánse (Kaczmarczyk – Hedges 1983: 137–138), podle Ogdena (2000: 150) však dosud jeho přítomnost nebyla uspokojivě vysvětlena. Oba vzorky jsou výrazně korozně napadeny podél hranic zrn materiálu a obsahují nekovové sulfidické vměstky v různém stupni deformace.

Poznámky:

- ¹ Článek vznikol s podporou Grantovej agentúry Univerzity Karlovej, v rámci projektu GA UK č. 526112. Za povolenie vyviezt' a analyticky spracovať fragmenty z Usli ďakujeme sudánskej pamiatkovej správe NCAM. Za poznámky k rukopisu ďakujeme Mgr. Lenke Sukovej.
- ² Český egyptologický ústav FF UK v Praze.
- ³ Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.
- ⁴ V literatúre sa uvádzajú najmä ako bronzové, ale egyptskí archeológovia často nerešpektujú, že voľným okom, bez analytického spracovania materiálu, sa väčšina zliatin medi od seba nedá odlíšiť.
- ⁵ Ke zvýraznení struktúry naleptaním povrchu byl aplikován pětiprocentní roztok FeCl₃. K pozorování struktury materiálu vzorků a k pořízení jejich fotodokumentace byl použit metalografický mikroskop Olympus PME 3. K určení chemického složení kovu a k pořízení detailní obrazové dokumentace byl využit elektronový skenovací mikroskop Tescan Vega 3 s EDS analyzátelem Oxford Instruments INCA 350 a ke zpřesnění výsledků chemického složení byla užita rentgenová fluorescenční analýza s využitím spektrometru ARL 9400.

Literatura:

- Bailey, Alan Robert: 1984 *Introductory Practical Metallography. A Basic Course of Microstructures with 37 specimens*, Betchworth, Surrey: Metallurgical Services [Annotated Metallographic Specimens. Special Series] (2. vydání).
- Bárta, Miroslav – Suková, Lenka – Brůna, Vladimír: 2013a „Nejnovejší výzkumy na lokalitě Usli v severním Súdáně“, *Pražské egyptologické studie* 11, s. 12–17.
- 2013b „The Latest Explorations at Usli, Northern Province“, *Sudan & Nubia* 17, s. 66–69.
- Blackman, Aylward J.: 1937 „Preliminary Report on the Excavations at Se-sebi, Northern Province, Anglo-Egyptian Sudan, 1936-37“, *Journal of Egyptian Archaeology* 23, s. 145–151.
- Bonnet, Charles – Valbelle, Dominique: 2004 „Kerma, Dokki Gel“, in: Welsby, D. – Anderson, Julie R. (eds.). *Sudan. Ancient Treasures. An Exhibition of Recent Discoveries from the Sudan National Museum*, London: The British Museum Press, s. 109–113.
- Cowell, Michael: 1997 „Napatan Period Metalwork: Further Analyses“, *Sudan & Nubia* 1, s. 40–43.
- Davis, Joseph R. (ed.): 2001 *Copper and Copper Alloys*, Vol. 9, Ohio: American Society for Metals International [ASM Specialty Handbook].
- Dunham, Dows: 1950 *Royal Cemeteries of Kush I. El Kurru*, Boston: Museum of Fine Arts.
- 1955 *Royal Cemeteries of Kush II. Nuri*, Boston: Museum of Fine Arts.
- 1970 *Barkal Temples*, Boston: Museum of Fine Arts.

- Kaczmarczyk, Alexander – Hedges, Robert E. M.: 1983 *Ancient Egyptian Faience. An Analytical Survey of Egyptian Faience from Predynastic to Roman Times*, Warminster: Aris & Phillips.
- Kemp, Barry – Stevens, Anna et al.: 2010 *Busy lives at Amarna: Excavations in the Main City (Grid 12 and the house of Ranefer, N49.18). Vol. II: The Objects*, London: Egypt Exploration Society [Egypt Exploration Society, Excavation Memoir 91].
- Ogden, Jack: 2000 „Metals“, in: Nicholson, Paul T. – Shaw, Ian (eds.). *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge: Cambridge University Press, s. 148–176.
- Petrie, William Matthew Flinders: 1902 *Abydos. Part I.*, London: Egypt Exploration Fund.
- Reisner, George A.: 1917 „The Barkal temples in 1916“, *Journal of Egyptian Archaeology* 4, s. 213–237.
- 1918 „The Barkal temples in 1916 (continued from Vol. IV, p. 227)“, *Journal of Egyptian Archaeology* 5, s. 99–112.
- Scott, David A.: 1991 *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*, Singapore: The Getty Conservation Institute.
- Shaw, Ian: 2012 *Ancient Egyptian Technology and Innovation*, London: Bloomsbury.
- Schoske, Sylvia: 2007 *Fest gemauert in der Erden. Grundsteinbeigaben im alten Ägypten*, München: Staatliches Museum Ägyptischer Kunst.
- Stevens, Anna et al.: 2012 *Akhenaten's workers. The Amarna Stone Village Survey, 2005-2009. Volume II: The Faunal and Botanical Remains, and Objects*, London: Egypt Exploration Society [Egypt Exploration Society, Excavation Memoir 101].
- Stos-Gale, Zofia – Gale, Noël – Houghton, Judy: 1995 „The origin of Egyptian copper. Lead-isotope analysis of metals from el-Amarna“, in: Davies, W. Vivian – Schofield, Louise (eds.). *Egypt, the Aegean and the Levant. Interconnections in the Second Millennium BC*, London: The British Museum, s. 127–135.
- Wang, Quanyu – Ottaway, Barbara S.: 2004 *Casting Experiments and Microstructure of Archaeologically Relevant Bronzes*, Oxford: Archaeopress [BAR International Series 1331].
- Weinstein, James Morris: 1973 *Foundation Deposits in Ancient Egypt*, Philadelphia: University of Pennsylvania.

Abstract:

Bronze Fragments from Usli (Sudan)

The excavations of the Czech Institute of Egyptology at the temple at Usli (Bárta et al. 2013b) have brought to light several bronze fragments (Figs. 1–2), which have been found in a secondary position among the blocks of the stone floor of the temple. Fragments A and B were examined following archaeological documentation by means of a metallographic section and analysed by SEM–EDS. Fragment A has been interpreted as a bronze plaque from a foundation deposit, made of leaded bronze with traces of arsenic, cast without further processing (Figs. 4–6, Table 1). Fragment B is a fragment of a chisel, made of tin bronze with 0.7 % Pb and 0.1 % P, annealed after casting (Figs. 7–8, Table 1). The chisel might have been part of the foundation deposit as well; tools had occurred in foundation deposits since Dynasty 11 and metal/bronze plaques since Dynasty 19 (Weinstein 1973). Analogies of the artefacts have been published by Cowell from Nuri (1997) and from New Kingdom contexts e.g. by Schoske (2007). The current state of research does not allow us to determine whether the fragments could be dated to the New Kingdom or the Napatan Period.