

METALLOGRAPHIC EXAMINATION OF SILVER JEWELLERY FROM THE “LUMBEGARDEN” CEMETERY

KRISTÝNA KOLÁŘOVÁ, JIŘÍ DĚD, ESTELLE OTTENWELTER

INTRODUCTION

The high fragmentation of part of the silver jewellery from the “Lumbe Garden” cemetery enabled us to proceed to deeper material investigation by metallographic examination, using available fragments which could not be rejoined with the artefacts. The goals of this research were to identify the material and techniques of soldering used by Early Medieval craftsmen to manufacture silver jewellery. The surface of the silver jewellery was heavily etched and modified having gone through invasive chemical cleaning in the past by immersion in aqueous alkaline cyanide solutions. Most of the corrosion products and copper content present in the alloy and in the solder was leached by cyanides, leading to distorted results in surface analyses. Analyses conducted on the cross section of available fragments enabled us to have a better idea of the composition of the alloys and the possible solder techniques used. Moreover, it allowed for a deeper material identification in analyses of observed particles as well as a description of the corroded material.

The majority of available fragments belong to artefacts manufactured from thin sheets of silver produced by cold working and composed of different components soldered together (*kaptorgy*, *gombiky*, beads, pseudoglobular earrings). The thinness of the sheet used to manufacture the artefacts, cumulated with effects of intergranular corrosion, as well as drastic past chemical treatment and inappropriate handling, have led to the high state of fragmentation of these artefacts.

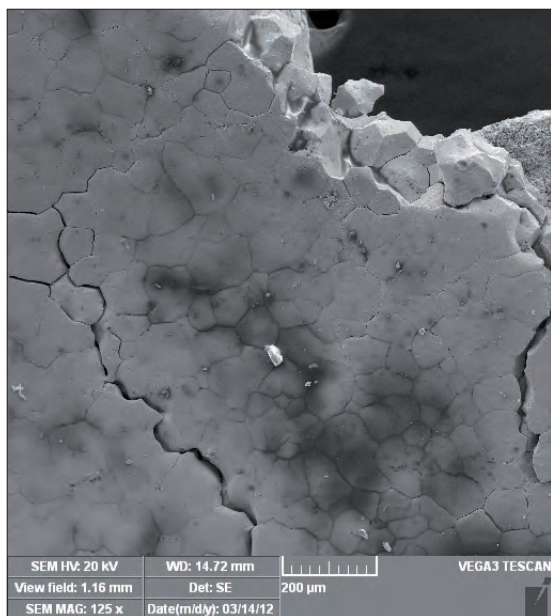


Fig. 5/1: Intergranular fissures (H5-5), SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/1: Interkrystalické trhliny (perla H5-5), mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

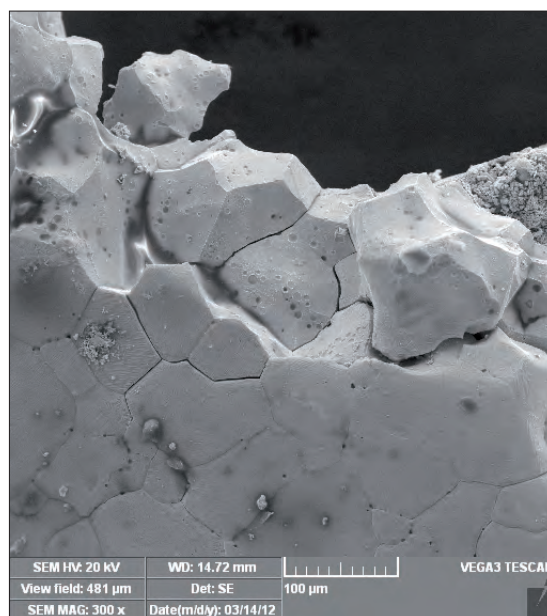


Fig. 5/2: Intergranular fracture surface (H5-5), SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/2: Povrch interkrystalického lomu (perla H5-5), mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

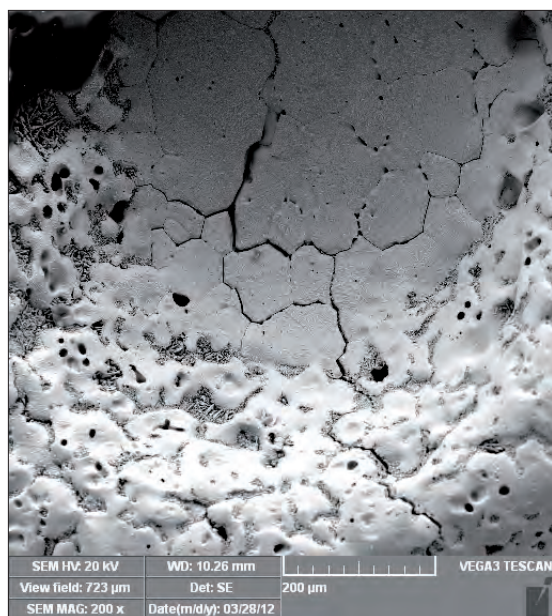


Fig. 5/3: Intergranular fissures (H5-3), SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/3: Interkrystalické trhliny (perla H5-3), mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

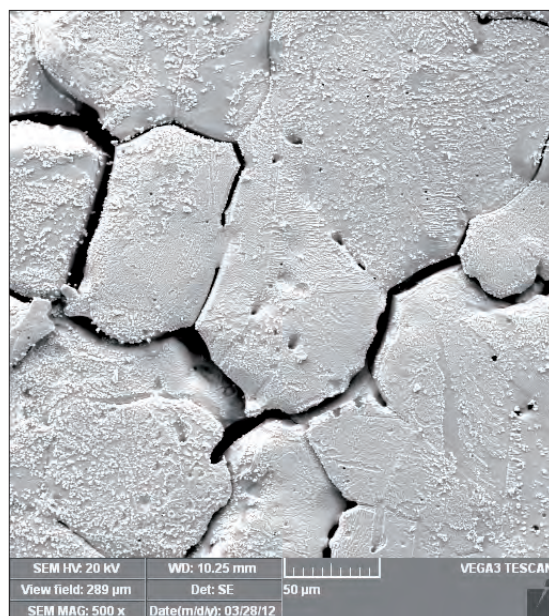


Fig. 5/4: Intergranular fissures (H5-3), SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/4: Interkrystalické trhliny (perla H5-3), mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

CORROSION OF SILVER

Currently, the biggest problem of silver objects buried over a long period is their embrittlement. The theories about embrittlement are still a matter of debate. Taking into consideration Wanhill's theories, there are two basic types of embrittlement: corrosion-induced and microstructurally-induced, or a combination of the two (*Wanhill 2005*, 41–54).

Wanhill states that the most commonly reported form of corrosion-induced embrittlement is intergranular corrosion. The mechanism of intergranular corrosion in buried silver is based on discontinuous precipitation of copper or lead, which causes a localized galvanic attack. The anode is presented by copper-enriched (or lead-enriched) grain boundaries and noble metal depleted of copper acts as the cathode (*Wanhill 2003*, 625–636).

Recently, an interesting silver archaeological artefact a *kaptorga* (a container for relics and amulets) from ca. the 10th century AD (Klecany, Czech Republic), was examined at the Institute of Chemical Technology in Prague (*Děd - Šilhová 2005*, 44–48; *Vaničková - Děd - Bartuška - Lejček 2007*, 213–216). The *kaptorga* was fully annealed with no observable traces of copper precipitation on the grain boundaries, but it was brittle. It is presumed that the embrittlement of the *kaptorga* originates from the composition changes in intergranular regions. Although the alloy contained 3.3 – 3.5 mass % Cu and 2.3 – 2.5 mass % Au, a presence of increased copper content in the vicinity of the grain boundaries was not observed. Despite this finding, it can be assumed that the copper segregated regions were an easy path for penetration by soil electrolytes. During the corrosion attack, the copper-enriched regions, as a less noble metal than silver, corrode preferentially and this process could be strengthened by a local galvanic attack between the copper-depleted and copper-enriched regions (*Děd - Šilhová 2005*, 44–48; *Vaničková - Děd - Bartuška - Lejček 2007*, 213–216). The phenomenon of copper segregation was confirmed by analyses conducted by Lejček (*Lejček 2010*, 662–665) and Vaničková (*Vaničková 2009*, 311–314), where the surface enrichment of polycrystalline Ag – 2.2 mass % Cu and Ag – 5.1 mass % Cu alloys was studied. From the results obtained and the analogous behaviour of such alloys, it is possible to say that similar changes in the chemical composition can be expected not only on the surface but also at the grain boundaries (*Vaničková 2009*, 311–314). Another opinion was presented by Wanhill. He assumed that the intergranular fracture of the *kaptorga* was caused by stress corrosion cracking. It points to a combination of external forces and a corrosive environment (*Wanhill 2011*).

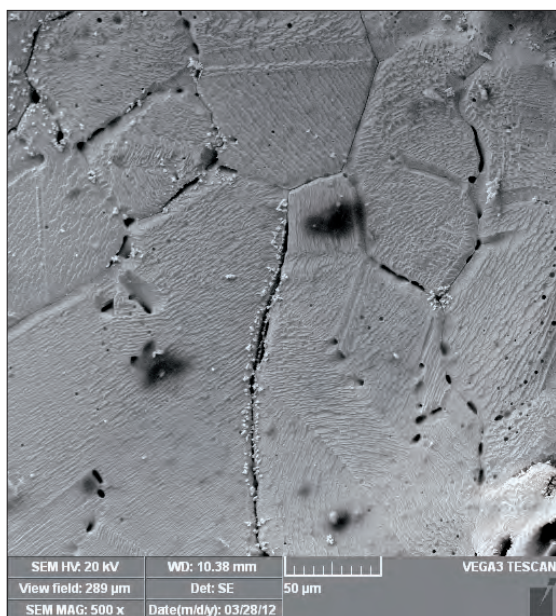


Fig. 5/5: Annealing twins (H5-5), SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/5: Žíhací dvojčata (perla H5-5), mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

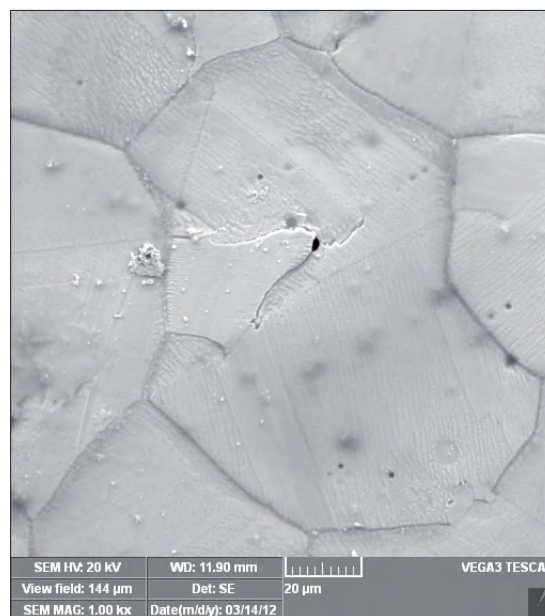


Fig. 5/6: Grain with annealing twins (H5-5), SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/6: Zrno se žíhacími dvojčaty (perla (H5-5), mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

MATERIAL IDENTIFICATION OF FRAGMENTS OF SILVER JEWELLERY

A total of twenty fragments were prepared for material identification by optical microscopy and scanning electron microscopy.¹ Optical microscopy was used for preliminary observation and evaluation of the fragments, and scanning electron microscopy for determination of chemical composition. The most important and most interesting results were obtained from analyses of samples with granulation work. Five samples characterizing different groups according to the nature of observed particles present in the granules are presented here.

The first sample in *Fig. 5/7* is a fragment with granulation work from grave number 11 (object number 4). This fragment probably belongs to a bead, although the archaeological profile of the artefact is not complete.

Optical microscopy shows the outer granule on the top of the metal sheet in cross section, and is indicated by the red line in *Fig. 5/7*. The brittleness of the fragment is confirmed by several intergranular cracks (*Fig. 5/8*). In the entire volume, the granule contains non-homogenous grey particles that are spread randomly. The surface of the metal sheet is covered by two non-metallic visible layers. A first porous layer on the metal sheet is covered by a more homogeneous second layer of dark-blue colour.

The results of chemical composition shown in Table 1 proved that the blue non-metallic layer (Spectrum 1 and 4, *Fig. 5/9*) consists of silver sulphide (Ag_2S). The porous layer located on the surface of the metal sheet consists of silver chlorides (Spectrum 3). Silver chlorides and silver sulphides are basic corrosion products found on excavated silver.

¹ All samples were mounted (Epoxy-resin, Specifix-20 kit, STRUERS®), first ground with SiC abrasive paper of 800 to 4000 grit size and then polished with diamond paste and detergent at a rotary polishing wheel with 7; 2 and 0.7 micrometre diamond size.

Optical microscopy was performed by OLYMPUS BX60, connected to the computer through an Olympus 350 camera located at the Institute of Archaeology of Academy of Sciences of the Czech Republic in V Holešovičkách 41, Praha 8. The electron microanalysis was performed by scanning electron microscope TESCAN VEGA 3, equipped with an EDS analyser Oxford Instruments INCA 350, located at the department of metals and corrosion engineering in ICT Prague, and scanning electron microscope Philips XL30 EDAX, equipped with an EDS analyser, located at the Institute of Material Sciences and Engineering in Brno University of Technology.

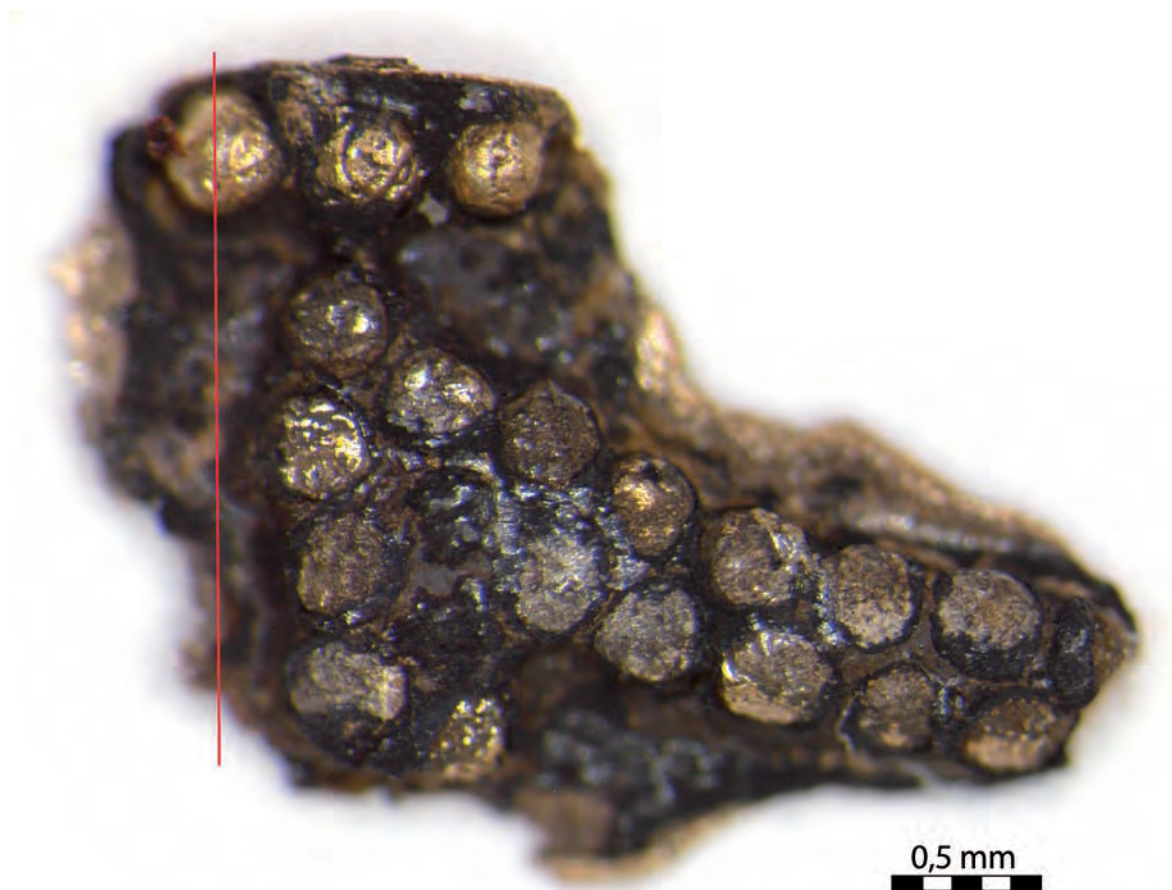


Fig. 5/7: Fragment of observed object with cutting section, object H11-4 (photo from stereomicroscope K. Kolářová).

Obr. 5/7: Fragment zkoumaného předmětu H11-4 s vyznačením odřezu vzorku, snímek ze stereomikroskopu (foto K. Kolářová).

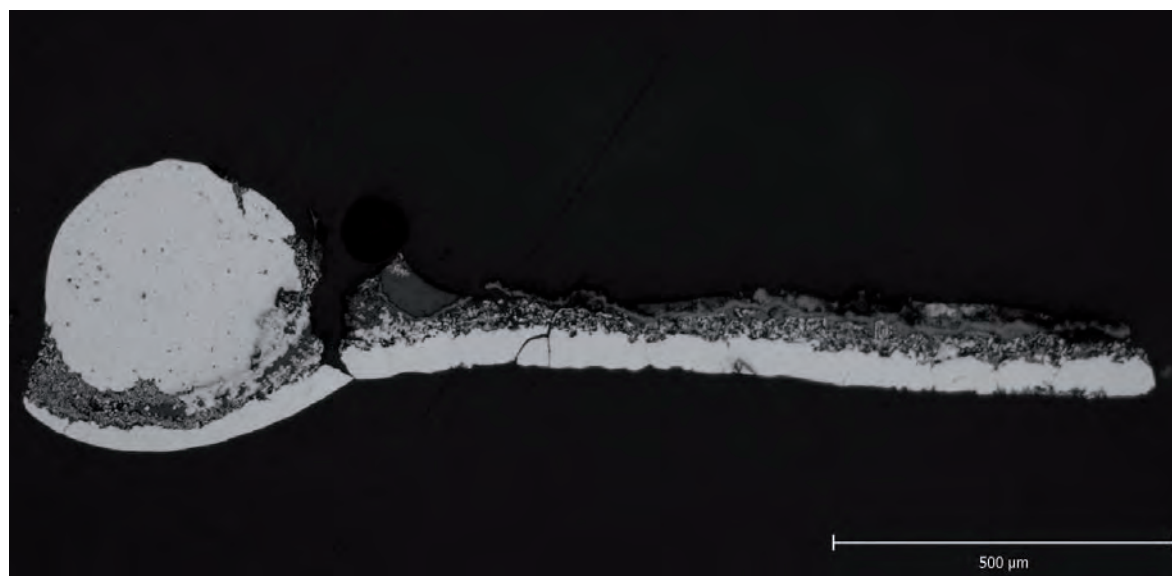


Fig. 5/8: Documentation of whole fragment (object H11-4), cross section, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/8: Dokumentace celého příčného výbrusu fragmentu předmětu H11-4 (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

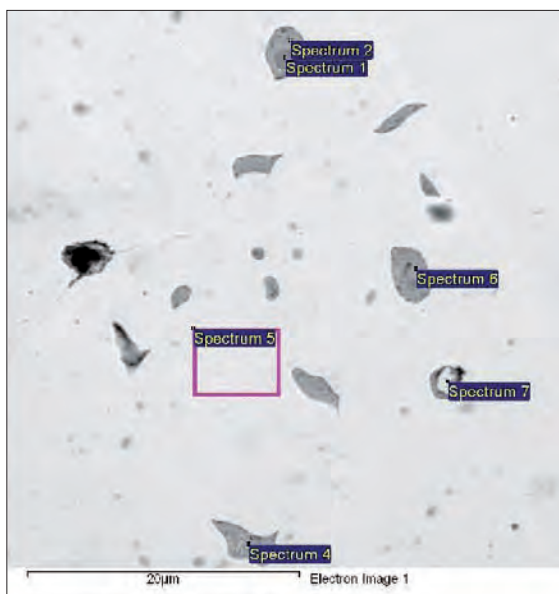


Fig. 5/9: Areas of corrosion product and preserved metal analyses (object H11-4), SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/9: Předmět H11-4. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblastí mikroanalýzy korozních produktů a zachovaného kovu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

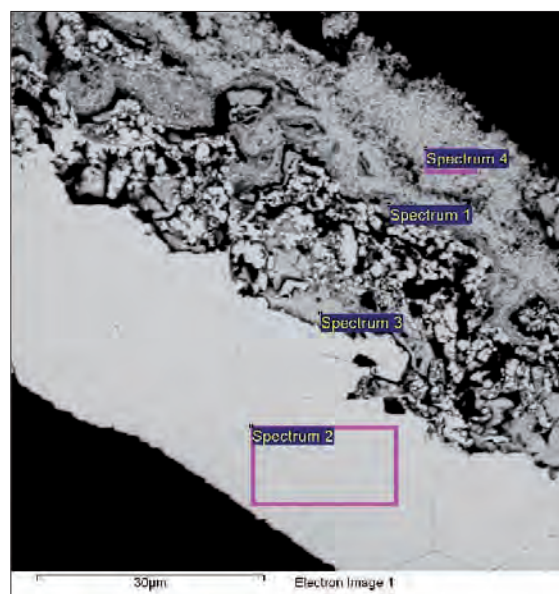


Fig. 5/10: Areas of analyses of the granule particles (object H11-4), SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/10: Předmět H11-4. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblastí mikroanalýzy částic v granuli, (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

The metal sheet matrix (*Fig. 5/9*) is an alloy of silver with 3.1 % of copper.

The chemical composition presented in Table 2 shows that particles distributed in the granule consist mainly of copper (*Fig. 5/10*). Particle 1 is probably copper and zinc mixed sulphides; other particles consist of a copper-silver alloy with silver content of ca. 30 % and with 8.1 to 9.6 % phosphorus. The particles most probably fill the inter-dendritic spaces. The matrix of the granule is made of a silver-copper alloy with 4.2 % copper.

The majority of the samples with granulation work revealed a similar chemical composition to that of the fragment from grave 11 (object H11-4). Another interesting example from this group of objects is a fragment of *kaptorga* H82-14, shown in *Fig. 5/11* and *Fig. 5/12*.



Fig. 5/11: Kaptorga H82-14 - front view (photo K. Kolářová).

Obr. 5/11: Kaptorga H82-14 – čelní pohled (foto K. Kolářová).



Fig. 5/12: Kaptorga H82-14 - back view (red rectangle is probable area of origin of analysed sample - photo K. Kolářová).

Obr. 5/12: Kaptorga H82-14 – pohled na zadní stranu (červený obdélník vyznačuje pravděpodobnou oblast původu vzorku - foto K. Kolářová).

| Fragment H11-4 | Chemical composition [Wt. %] | | | |
|--|------------------------------|------|-------|------|
| | Ag | Cu | S | Cl |
| Sp.1: blue non-metallic layer | 89.97 | - | 10.03 | - |
| Sp.2: metal sheet - matrix | 96.87 | 3.13 | - | - |
| Sp.3: other type of corrosion products | 91.46 | - | - | 8.54 |
| Sp.4: blue non-metallic layer | 84.65 | - | 15.35 | - |

Table 1: Chemical composition of metal sheet and non-metallic layers, *Fig. 5/9*.

Tab. 1: Chemické složení kovového pláště a nekovových vrstev, *Obr. 5/9*.

| Fragment H11-4 | Chemical composition [Wt. %] | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|------|------|
| | Ag | Cu | S | Zn | P |
| Sp.1: Particle 1 – dark part | - | 75.16 | 23.37 | 1.47 | - |
| Sp.2: Particle 1 – brighter part | 24.92 | 65.49 | - | - | 9.59 |
| Sp.4: Particle 2 | 30.99 | 60.33 | - | - | 8.68 |
| Sp.5: Metallic matrix of the granule | 95.83 | 4.17 | - | - | - |
| Sp.6: Particle 3 | 29.52 | 62.35 | - | - | 8.13 |
| Sp.7: Particle 4 | 27.54 | 63.44 | - | - | 9.02 |

Table 2: Chemical composition of granule, *Fig. 5/10*.

Tab. 2: Chemické složení granule, *Obr. 5/10*.

The front of the *kaptorga*, and its sides, were decorated by granulation work. A fragment from the side, with no precise location, was used for metallographic study. The studied fragment (*Fig. 5/13*) is composed of the base metal sheet of the *kaptorga's* cover, decorated by four granules soldered together. The sample was rather fragile. Due to previous conservation treatment mentioned above, single grains of the metal sheet could be observed by the naked eye.

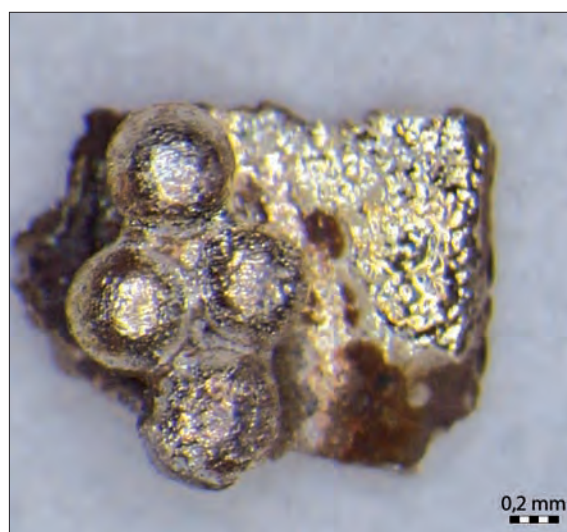


Fig. 5/13: Fragment of granulation from the left side of the *kaptorga* H82-14 (back view - photo from stereomicroscope K. Kolářová).

Obr. 5/13 Fragment granulace z levé zadní strany *kaptorgy* H82-14, snímek ze stereomikroskopu (foto K. Kolářová).

The first metallographic observation (*Fig. 5/14*) revealed two granules and a base metal. The granules featured a dendritic casting structure with pores. Grey particles were revealed in the second granule. The base metal is slightly corroded, with visible grains. After the metallographic observation was completed, a SEM observation was performed at Technical University Brno.

According to Table 3, *Fig. 5/15* and *Fig. 5/16*, the metal sheet was produced from a silver-copper alloy with 5 % copper. The granule is also made also from a silver-copper alloy, but contains only 2.3 % copper. The joining area shows an increased concentration of copper in the alloy (7.7 % copper). The corrosion products were probably based on silver chlorides and silver sulphides, but oxides are also detected and were generated by the soldering of the granules onto the plate as shown during manufacture of replica (see *Barčáková* in this volume). Grey particles contain phosphorus and are composed mainly of a copper-silver alloy with 2.1 % silver. For a wider examination of these particles and

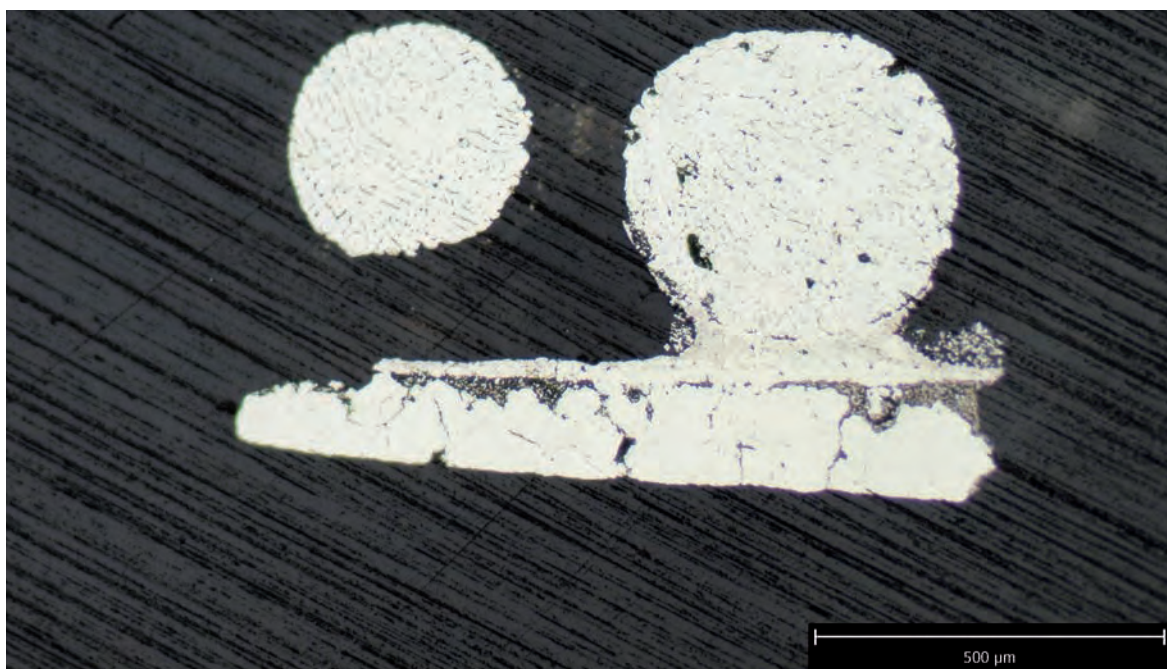


Fig. 5/14: Object H82-14: analysed sample after first grinding and polishing in detergent and diamond paste under optical microscopy (photo K. Kolářová).

Obr. 5/14: Předmět H82-14. Analyzovaný příčný řez vzorku po prvním broušení a leštění diamantovou pastou, smáčenou detergentem (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

granule structure, further SEM analyses were carried out at ICT Prague.

The subsequent grinding revealed all three granules (*Fig. 5/17*). Although the granules have a similar structure, the grey particles were revealed only in the middle granule, very randomly on the border of first and third granule. The joining areas are very corroded; however no corrosion products are present due to previous treatment with cyanides.

The areas of interest for SEM analyses were already chosen during the previous observation. The main aim of SEM analyses was to determine the chemical composition of grey particles and to try establish their origin. Another area of interest was the area at the joint and the corrosion products. The area with pores was examined as well.

Results listed in Table 4 show that the metal sheet and granules are made of a silver-copper alloy with a variable amount of copper. The highest amount of copper was measured in the second granule (this could be caused by the occurrence of grey particles, which contain copper). Other granules exhibit a lower amount of copper than in the metal sheet. The analysed corroded area of the metal sheet (*Spectrum 7, Fig. 5/18*) revealed silver sulphides and silver chlorides that are assumed to be the main corrosion products of silver.

| Fragment H82-14 | Chemical composition [Wt. %] | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------|------|------|-------|-------|
| | Ag | Cu | S | Cl | O | P |
| Sp.1: Area of metal sheet | 95.03 | 4.97 | - | - | - | - |
| Sp.2: Corroded area | 84.91 | - | 0.60 | 0.73 | 13.76 | |
| Sp.3: Area of granule | 97.74 | 2.26 | - | - | - | - |
| Sp.4: Joining area | 92.31 | 7.69 | - | - | - | - |
| Sp.5: Grey particle | 2.09 | 80.90 | - | - | - | 17.01 |
| Sp.6: Cavity | 79.42 | - | - | 0.91 | 19.66 | - |

Table 3: Chemical composition of sample H82-14, measured at Technical University Brno.

Tab. 3: Chemické složení vzorku předmětu H82-4 měřené na VUT Brno.

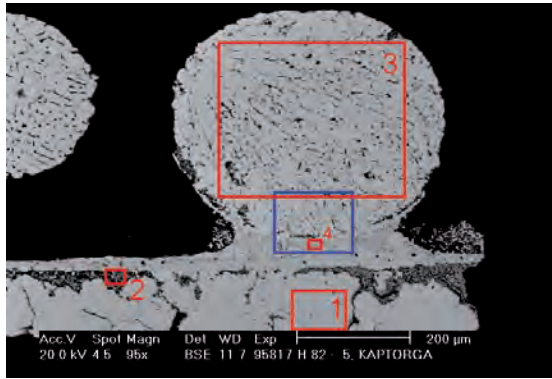


Fig. 5/15: Object H82-14: areas of analysis, second granule, SEM micrograph (SE image, photo D. Janová).

Obr. 5/15: Předmět H82-14. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblastí mikroanalýzy v druhé granuli (zobrazení BSE, snímek D. Janová).

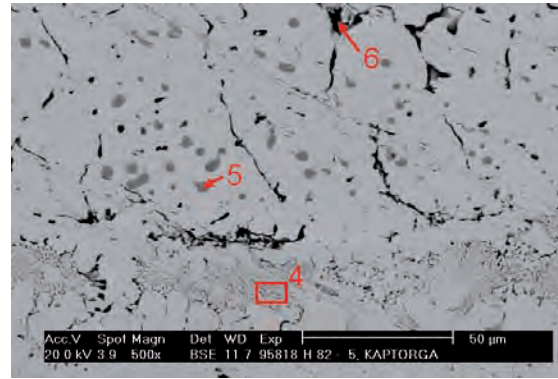


Fig. 5/16: Object H82-14: analyses in blue rectangle area from Fig. 5/15, SEM micrograph (SE image, photo D. Janová).

Obr. 5/16: Předmět H82-14. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblastí mikroanalýzy v oblasti, vyznačené na obr. 5/15 modrým obdélníkem (zobrazení BSE, snímek D. Janová).

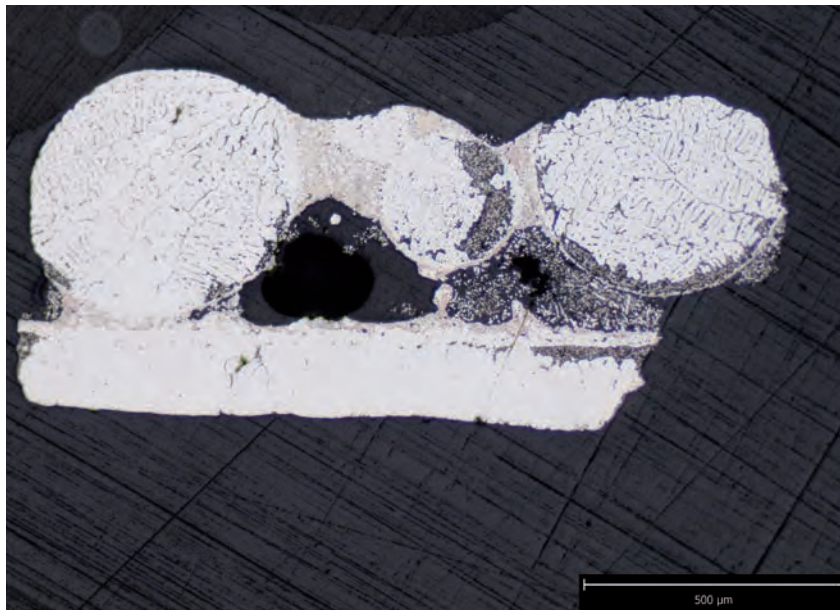


Fig. 5/17: Object H82-14: after subsequent grinding, three granules and base metal were polished with a mixture of glycerol and ethanol, and diamond paste, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/17: Předmět H82-14. Analyzovaný příčný řez vzorku s třemi granulemi na plechu pláště po opakovaném broušení a leštění diamantovou pastou, smáčenou směsí glycerinu a etanolu (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

| Fragment H82-14 | Chemical composition [Wt. %] | | | |
|---|------------------------------|------|------|------|
| | Ag | Cu | Cl | S |
| Sp.1: Matrix of metal sheet | 96.03 | 3.97 | - | - |
| Sp.2: Matrix of first granule | 99.09 | 0.91 | - | - |
| Sp.3: Matrix of second granule | 95.98 | 4.22 | - | - |
| Sp.4: Matrix of third granule | 98.51 | 1.07 | - | 0.42 |
| Sp.5: Area of corrosion products, 2 nd granule | 100.00 | - | - | - |
| Sp.6: Joining area | 97.78 | | 1.74 | 0.47 |
| Sp.7: Area of corrosion products, metal sheet | 99.50 | 0.50 | - | - |

Table 4: Chemical composition of kaptorga H82-14 (Fig. 5/18)

Tab. 4: Chemické složení kaptorgy H82-14 (Obr. 5/18).

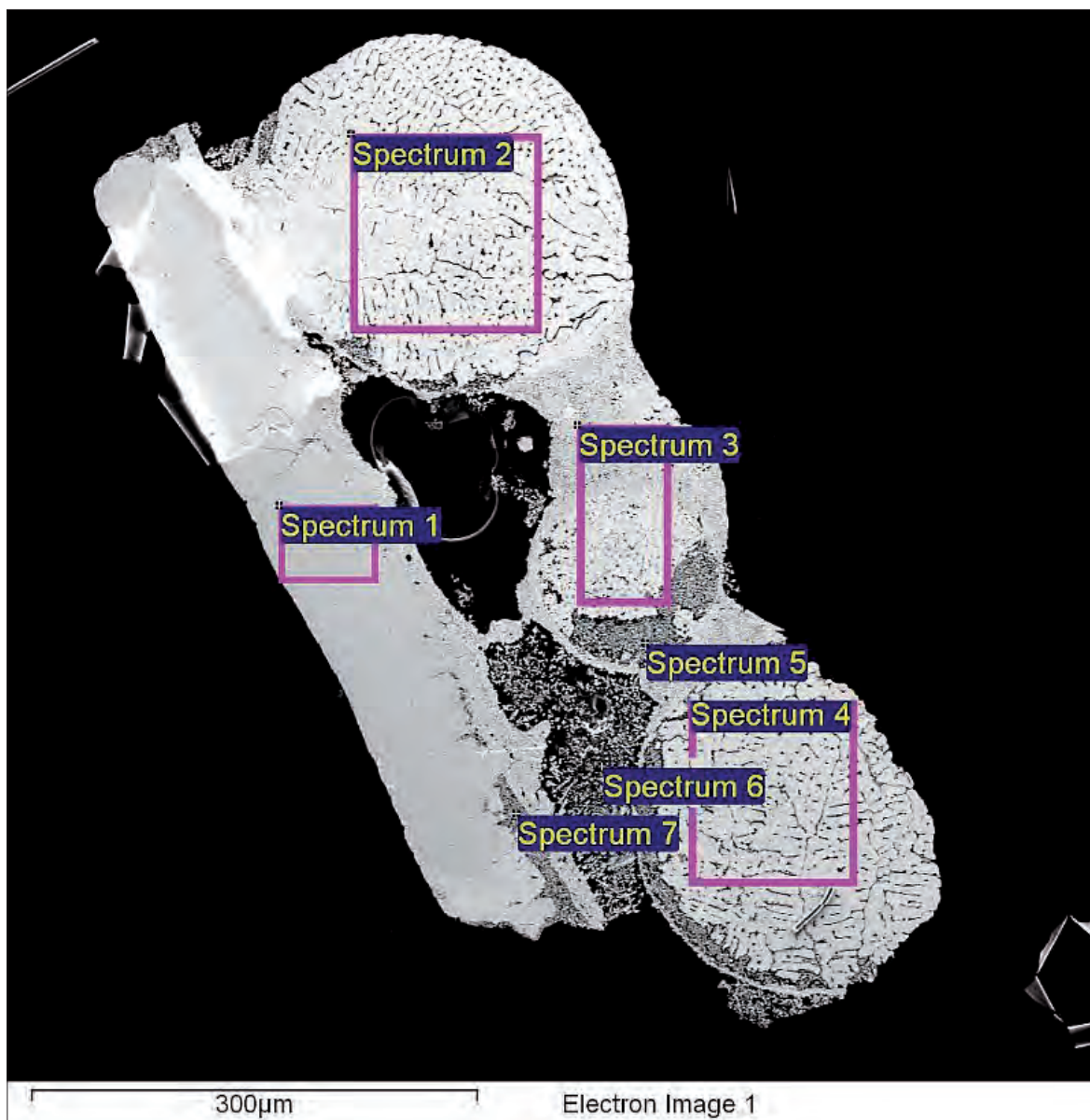


Fig. 5/18: Object H82-14: area of analyses, entire sample, SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/18: Předmět H82-14. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblastí mikroanalýzy na celém vzorku (zobrazení SE, snímek J. Děd).

| Fragment H82-14 | Chemical composition [Wt. %] | | | |
|----------------------------------|------------------------------|-------|-------|------|
| | Ag | Cu | P | Cl |
| Sp.1: Particle 1 | 3.01 | 78.40 | 18.59 | - |
| Sp.2: Particle 2 | 2.93 | 78.32 | 18.75 | - |
| Sp.3: Particle 3 | 5.10 | 77.09 | 17.81 | - |
| Sp.4: Matrix of granule | 98.71 | 1.29 | - | - |
| Sp.5: Particle 4 | 15.41 | 68.44 | 16.15 | - |
| Sp.6: Area of corrosion products | 99.54 | - | - | 0.46 |

Table 5: Chemical composition of grey particles in middle granule.

Tab. 5: Chemické složení šedých částic v prostřední granuli.

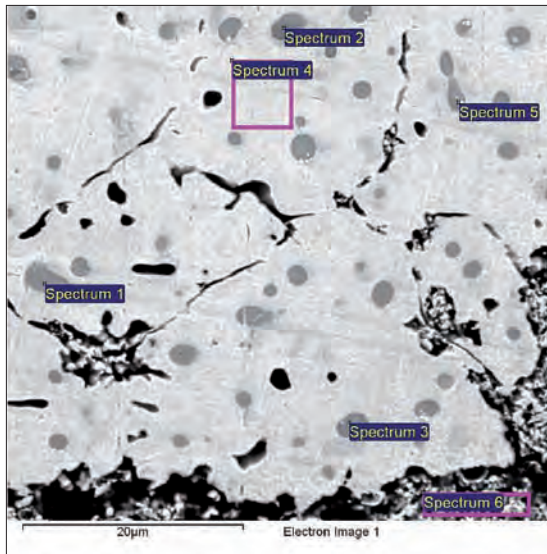


Fig. 5/19: Object H82-14: analysed grey particle in middle granule, SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/19: Předmět H82-14. Analyzovaná šedá částice v prostřední granuli, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

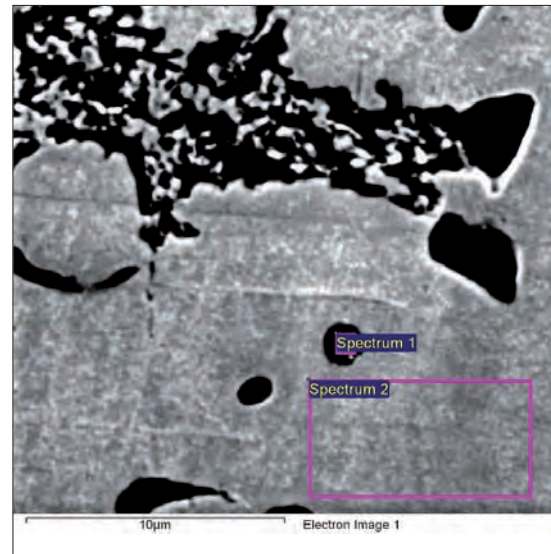


Fig. 5/20: Object H82-14: analysis of particle in right granule, SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).

Obr. 5/20: Předmět H82-14. Mikroanalýza částice v pravé granuli, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

| Fragment H82-14 | Chemical composition [Wt. %] | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------|-------|------|
| | Ag | Cu | P | S |
| Sp.1: Particle | 2.18 | 79.86 | 17.95 | - |
| Sp.2: Matrix of granule 3 | 98.70 | 0.96 | - | 0.34 |

Table 6: Chemical composition right granule.

Tab. 6: Chemické složení pravé granule.

| Fragment H82-14 | Chemical composition [Wt. %] | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | Ag | S | Cu | Pb | Zn | Fe | Ca | Cl | P | Mg | O |
| Sp.1: Pit | 38.88 | - | 3.34 | 7.39 | 1.31 | 7.01 | 13.99 | 0.84 | 15.05 | 0.41 | 11.78 |
| Sp.2: Light matter | 91.39 | - | 8.61 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sp.3: Light matter 2 | 99.38 | 0.62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sp.4: Matrix of granule | 98.09 | 1.09 | 0.82 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Table 7: Chemical composition of granule and metal sheet joint.

Tab. 7: Chemické složení spoje granule a plechu pláště.

Table 5 shows the main point of interest – analyses of grey particles. It is obvious that the particles on *Fig 5/19* and *Fig. 5/20* have an almost identical composition. They are composed of copper and phosphorus, with small amount of silver. In atomic % this composition corresponds to a Cu_3P compound. The fact that particles are distributed in the silver-copper alloy with a round shape shows that the granules went through a liquid phase during their production process.

The matrix of granules without particles has a similar composition to the first granule and the third granule. It is a silver-copper alloy with 1.29 % copper. Analyses of the area where the corrosion products were expected shows only traces of chlorine. Regarding the treatment of cyanides, the dissolving of corrosion products can be assumed.

Table 7 shows that the chemical composition of the joining area in *Fig. 5/21* is variable. The black pits are composed of variable elements. The lighter matter is the soldered joint. It consists of a silver

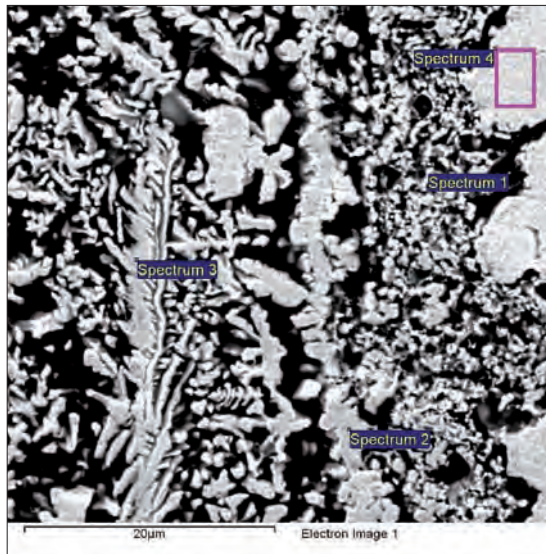


Fig. 5/21: Object H82-14: area of granule and metal sheet joint, SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).
Obr. 5/21: Předmět H82-14. Oblast spoje granule a plechu pláště, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

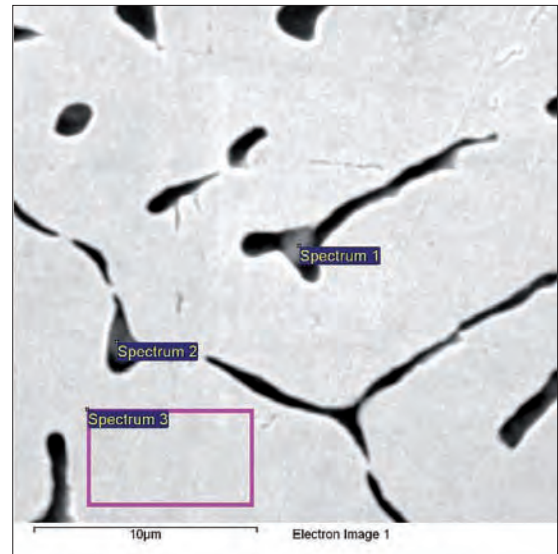


Fig. 5/22: Object H82-14: granule 1, interdendritic porosity, SEM micrograph (SE image, photo J. Děd).
Obr. 5/22: Předmět H82-14, granule 1, mikroporozita v mezidendritických prostorech, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení SE, snímek J. Děd).

| Fragment H82-14 | Chemical composition [Wt. %] | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|------|------|----|----|------|-------|----|-------|------|------|
| | Ag | Cu | S | Pb | Zn | Fe | Ca | Cl | P | Mg | O |
| Sp.1: Cavity 1 | 70.13 | 0.78 | 0.47 | - | - | 0.94 | 12.89 | - | 15.23 | 0.50 | - |
| Sp.2: Cavity 2 | 68.03 | 0.68 | 0.57 | - | - | 1.20 | 11.90 | - | 13.45 | 0.37 | 3.79 |
| Sp.3: Matrix of granule | 99.05 | 0.95 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Table 8: Chemical composition of granule 1.
Tab. 8: Chemické složení granule 1.

| Fragment H82-7 | Chemical composition [Wt. %] | | |
|---------------------------------|------------------------------|-------|------|
| | Ag | Cu | Pb |
| Sp.1: Particle 1 – black part | 6.02 | 93.98 | - |
| Sp.2: Particle 1 – lighter part | 69.04 | 24.95 | 6.01 |
| Sp.3: Matrix of granule | 96.15 | 3.85 | - |
| Sp.4: Particle 2 | 32.69 | 63.00 | 4.31 |

Table 9: Chemical composition of the particles and metal matrix of granule, Fig. 5/26.
Tab. 9: Chemické složení částic a kovového jádra granule, Obr. 5/26.

copper alloy with 8.6 % copper. The other area with lighter matter features mainly silver with traces of sulphur. The analyses of part of the granule show that it is a silver-copper alloy with approximately 0.8 % copper, and features traces of sulphur.

Different matter was found in the interdendritic porosity in granule 1 (Fig. 5/22). Table 8 shows the chemical composition of the matter in pores in comparison with the composition of the matter in the pit (Table 7).

The matrix of granule 1 is confirmed to be a silver-copper alloy with approximately 1 % copper. Granules from both *kaptorga* H82-14 and fragment H11-4 contain in their matrix copper-based particles with phosphorus. The second group of objects contains in their granules particles that are lead-based. Lead is another impurity of the silver matrix originating from the process of silver manufacture. Two fragments with lead particles were chosen.



Fig. 5/23: Earring H82-7 (photo K. Kolářová).
Obr. 5/23: Náušnice H82-7 (foto K. Kolářová).

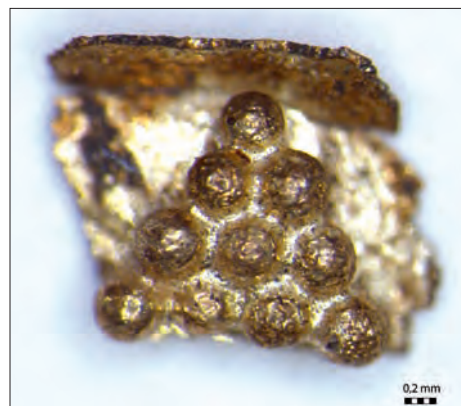


Fig. 5/24: Fragment of earring H82-7 decorated by granulation (photo from stereomicroscope K. Kolářová).

Obr. 5/24: Fragment náušnice H82-7 zdobené granulací, snímek ze stereomikroskopu (foto K. Kolářová).

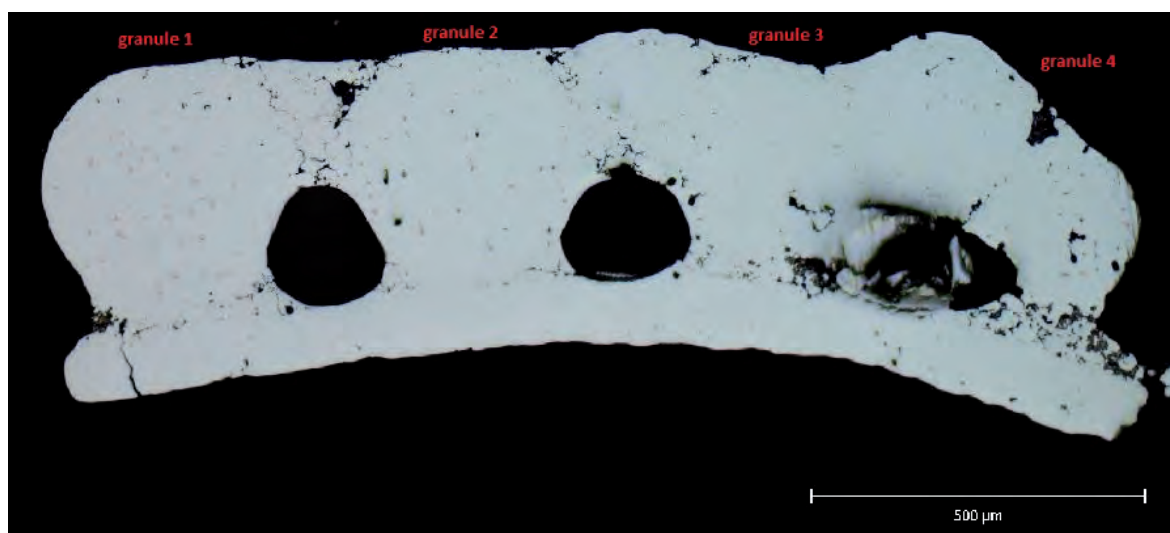


Fig. 5/25: Object H82-7: cross section of analysed sample, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/25: Předmět H82-7: výbrus příčného řezu analyzovaného vzorku (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

The first object (*Fig. 5/23*) from this group is a pseudoglobular earring (H82-7), decorated by granulation work. The small granules were displayed in triangles. The entire object was previously cleaned, but a tarnished layer is present on the surface. This could probably be corrosion products that occurred during inappropriate manipulation and storage.

The sample chosen for metallographic analysis (*Fig. 5/24*) is a part of a pseudoglobe with granulated triangles. In previous conservation treatment, the sample was cleaned in such a radical way that the individual grains are visible by the naked eye on the metal of the base wall sheet. The sample is also very brittle, but the granules are still well joined to the metal sheet.

In *Fig. 5/25*, the entire area of the cross section is shown. The non-homogeneous distribution of orange-pink particles, and grey and mixed particles can be observed. The highest occurrence is in granule 1. The metal sheet doesn't show any particles. The joining area between the granules and metal sheet, and the joining area between two granules is also clearly visible. An intergranular crack through the entire thickness of the base metal sheet can be observed under granule 1.

SEM analyses were performed to determine the chemical composition of the different components. The matrix of the metal sheet is a silver-copper alloy with 4.2 % copper. The granules are made of a silver alloy with 3.6 % copper only. It seems that another type of material was used to manufacture the granule. This hypothesis is supported by the occurrence of large, round particles of

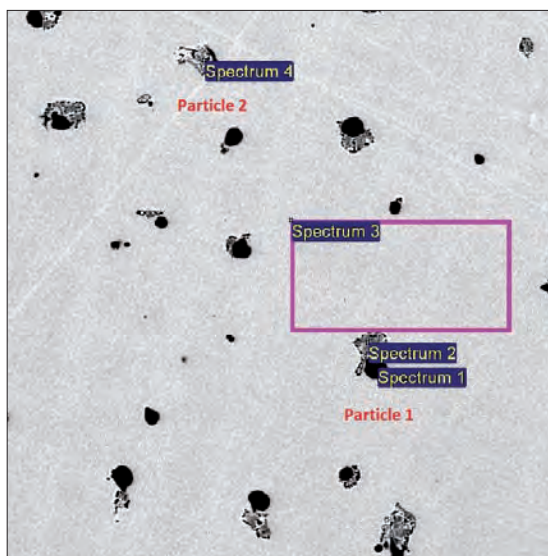


Fig. 5/26: Object H82-7: area of analyses on granule 1, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).
Obr. 5/26: Předmět H82-7. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblast mikroanalýz v granuli 1 (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

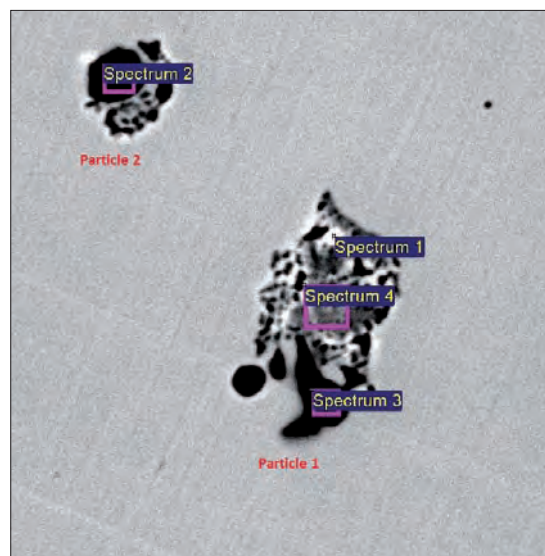


Fig. 5/27: Object H82-7: areas of analyses of particles, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).
Obr. 5/27: Předmět H82-7. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu.

| Fragment H82-7 | Chemical composition [Wt. %] | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|------|
| | Ag | Cu | Pb | Bi | S |
| Sp.1: Particle 1 – white spot | 45.83 | 6.66 | 36.43 | 11.07 | - |
| Sp.2: Particle 2 – black part | 7.84 | 90.90 | - | - | 1.25 |
| Sp.3: Particle 1 – black part | 8.33 | 91.67 | - | - | - |
| Sp.4: Particle 1 – grey area | 69.16 | 24.81 | 6.04 | - | - |

Table 10: Chemical composition of particles in metal matrix of granule, *Fig. 5/27*.

Tab. 10: Chemické složení částic v kovovém jádru granule, *Obr. 5/27*.

| Fragment H89-7 | Chemical composition [Wt. %] | | |
|------------------|------------------------------|-------|-------|
| | Ag | Cu | Pb |
| Sp.1: Particle 1 | 57.45 | 12.28 | 30.27 |
| Sp.2: Particle 2 | 84.45 | 3.41 | 12.13 |

Table 11: Analysis of particles in granule (*Fig. 5/33*).

Tab. 11: Analýza částic v granuli (*Obr. 5/33*).

lead-silver-copper alloy with 5.4 - 18.6 % silver and 4.3 - 6 % copper, and rest of lead in the granules.

The particles in granule 1 were examined using two magnifications – 1000x (*Fig. 5/26*, Table 9) and 4000x (*Fig. 5/27*, Table 10).

The particles have a complex structure. The black parts of the particles contain mainly a copper-silver alloy with approximately 6 - 8 % silver. The white spots contain silver, lead, bismuth and copper.

The presence of these particles demonstrates the inappropriate melting and homogenization of the granule matrix. Lead and bismuth could have remained in the silver-copper alloy from the original manufacturing of silver from lead-based ores

Metallographic analysis revealed the inner structure of the granule. Corrosion deterioration and regular networking created by pink-orange and grey particles could be observed. As SEM



Fig. 5/28: Bead H89-7: bead (photo K. Kolářová).
Obr. 5/28: Perla H89-7 (foto K. Kolářová).

analyses confirmed that the network is composed by copper-lead particles, this could be evidence of the segregation of copper and lead to the grain boundaries. This fact may also confirm the theory on silver embrittlement – segregated copper/lead particles on grain boundaries make the grain boundaries less noble and due to this fact grain boundaries are preferentially attacked by corrosion (Kolářová 2012). The corrosion deterioration is visible on the border of the granule and it outlines the simple grains. Further analyses revealed that the particles have a non-homogenous structure and three types of particles are presented in the matrix. The first type, reminiscent of a bean shape, is composed of a darker part that contains less lead than the lighter part, both parts contain also silver and copper. The second type is a bright copper-silver particle and the third type contains bismuth; iron was detected in one particle.

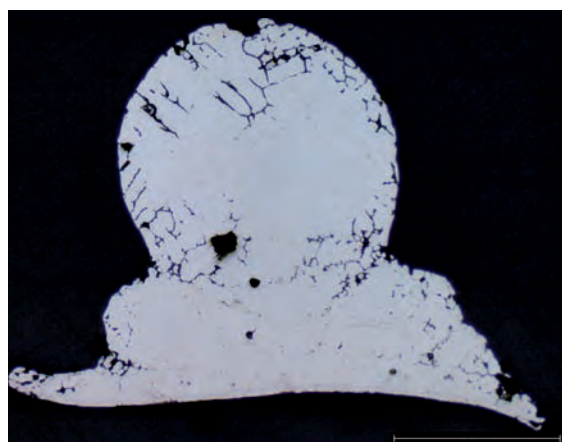


Fig. 5/29: Object H89-7: fragment 1, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).
Obr. 5/29: Předmět H89-7, fragment 1 (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

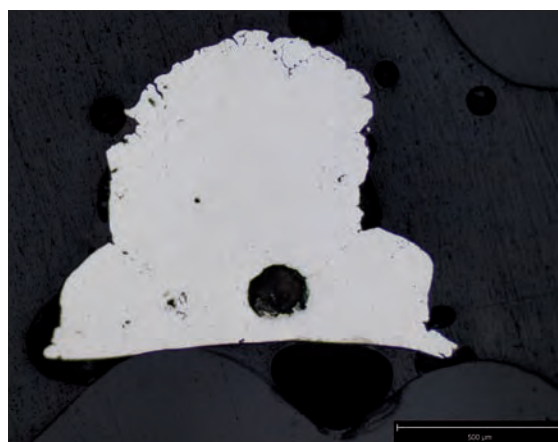


Fig. 5/30: Object H89-7: fragment 2, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).
Obr. 5/30: Předmět H89-7, fragment 2 (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

| Fragment H89-7 F1 | Chemical composition [Wt. %] | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|
| | Ag | Cu | Pb |
| Sp.1: Particle 1 – dark part | 83.81 | 4.62 | 11.57 |
| Sp.3: Particle 1 – light part | 77.31 | 2.70 | 19.99 |
| Sp.4: Particle 2 | 22.37 | 77.63 | - |
| Sp.5: Particle 3 | 37.88 | 56.20 | 5.93 |

Table 12: Analyses of single particles F1 (Fig. 5/34).
Tab. 12: Analýza jednotlivých částic ve vzorku F1 (Obr. 5/34).

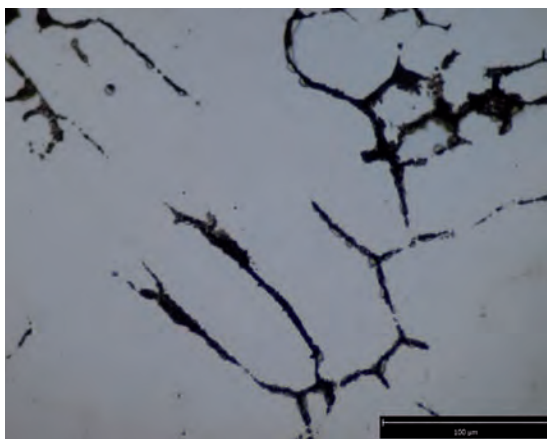


Fig. 5/31: Object H89-7, fragment 1, corroded grain boundaries, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/31: Předmět H89-7, fragment 1, korozní napadení po hranicích zrn (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

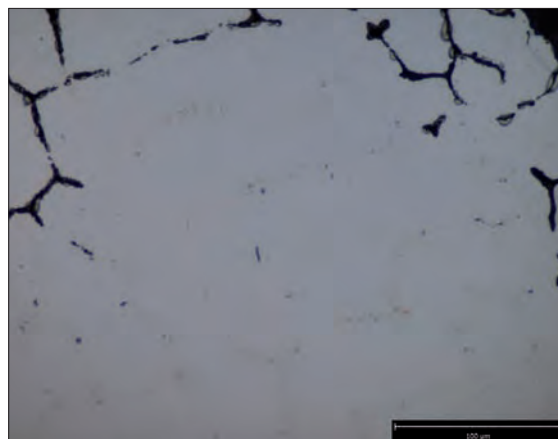


Fig. 5/32: Object H89-7, fragment 1, regular network of particles, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/32: Předmět H89-7, fragment 1, pravidelné síťové částic (snímek z optického mikroskopu K. Kolářová).

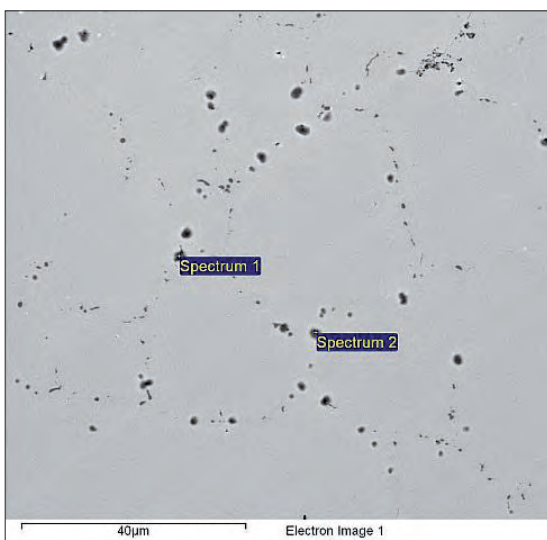


Fig. 5/33: Object H89-7: network of copper/lead particles (fragment 1), SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/33: Předmět H89-7, fragment 1, síťové částic obsahujících měď či olovo, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

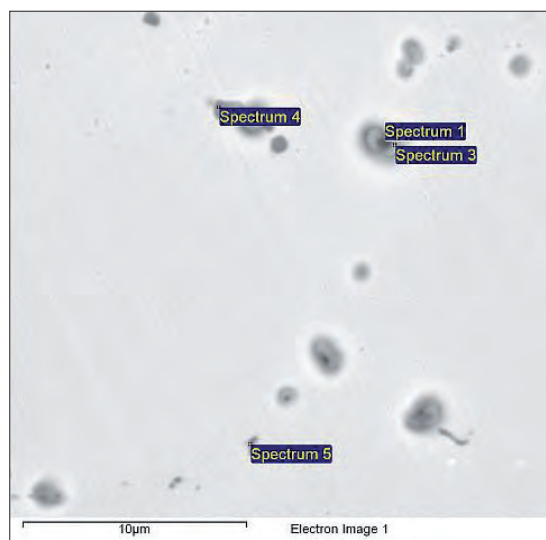


Fig. 5/34: Object H89-7: analyses of single particles (fragment 1), SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/34: Předmět H89-7, fragment 1, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením oblastí mikroanalýzy jednotlivých částic (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

| Fragment H89-7 F2 | Chemical composition [Wt. %] | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | Ag | Cu | Pb | Bi |
| Sp.1: Matrix of filigree ring | 98.19 | 1.81 | - | - |
| Sp.2: White part of particle 1 | 11.34 | 5.29 | 67.45 | 15.92 |
| Sp.3: White part of particle 2 | 24.43 | 4.96 | 56.85 | 13.76 |
| Sp.4: Particle 3 | 26.51 | 73.49 | - | - |
| Sp.5: Dark part of particle 2 | 60.14 | 39.86 | - | - |
| Sp.11: Particle 4 | 7.42 | 48.48 | 36.10 | 8.00 |

Table 13: Analyses of particles.

Tab. 13: Analýza částic.

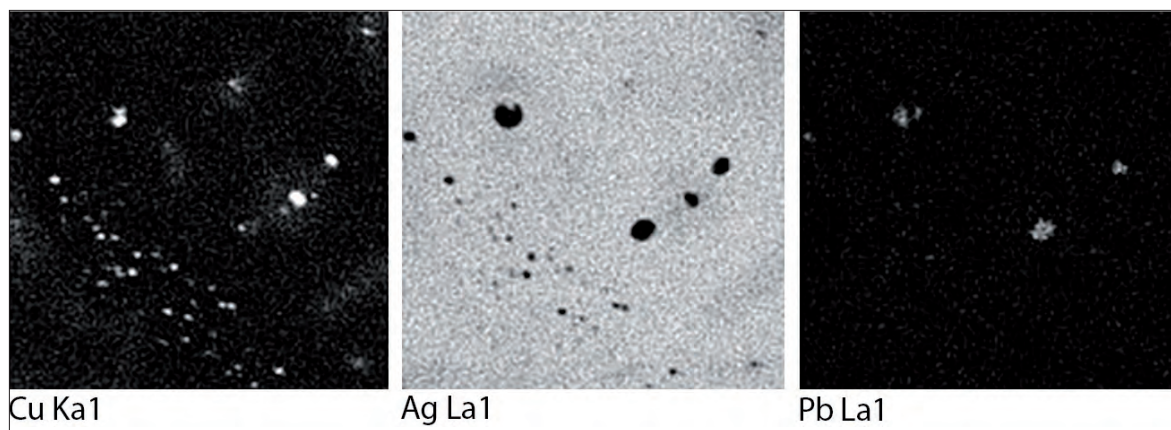


Fig. 5/35: Object H89-7, fragment 2, maps of distribution of copper, silver and lead, SEM mapping (BSE mode, photo J. Děd).

Obr. 5/35: Předmět H89-7. Mapy rozložení mědi, stříbra a olova uvnitř granule vzorku F2, rastrovací elektronový mikroskop (zobrazení BSE, snímky J. Děd).

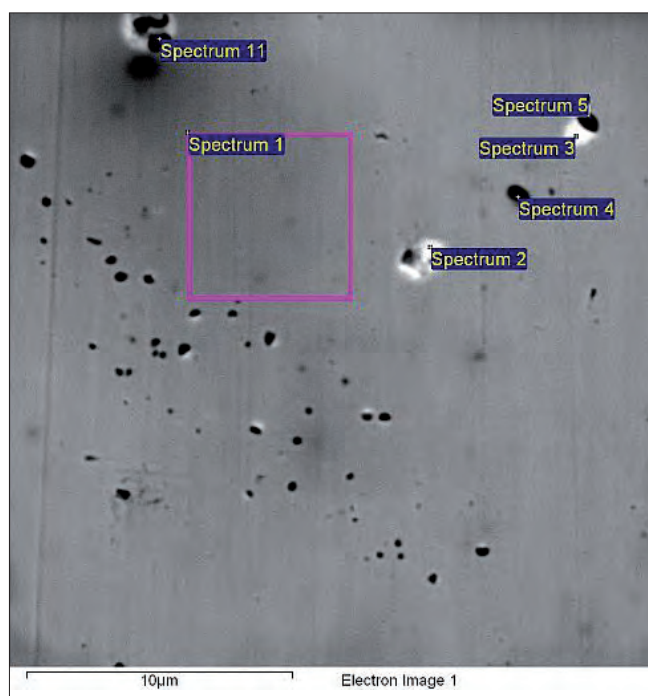


Fig. 5/36: Object H89-7, fragment 2, area of the particles microanalysis, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/36: Předmět H89-7. Oblast s vyznačenými mikroanalyzovanými částicemi ve vzorku F2, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

The joining area between the filigree and granule (fragment 2) was used for observing and obtaining maps of distribution of copper, silver and lead (*Fig. 5/35*). The maps show that the core of particles consists of copper, and the inner part of particles consists of lead. Copper and lead are recognisable also on the area of analyses in backscattered electrons in other areas of the sample (*Fig. 5/36*). Lead has a clear white colour and copper black. The silver-copper alloy is grey in colour.

The analyses of particles in the filigree ring (Table 13, *Fig. 5/36*) confirmed the results from mapping. The white part of the particles contains mainly lead and bismuth, silver and copper are present too. The matrix of the filigree ring consists of a silver-copper alloy with 1.8 % copper; the granule matrix consists of a silver-copper alloy with 1.8 % copper (determined by other analysis), which is the same amount of copper in both the filigree ring and the granule.

The only example of the material identification of jewels from Lumbe Garden, where original corrosion products were preserved, is the earring from grave H82, object number 8 (*Fig. 5/37*).

The sample chosen for metallographic and SEM analysis (*Fig. 5/38*) is a part of a pseudoglobe decorated by a triangular granulation. The sample was not cleaned in previous conservation treatment (as were the other objects that were cleaned by an alkaline cyanide solution). The corrosion products have a dark colour.



Fig. 5/37: Earring H82-8 (photo K. Kolářová).
Obr. 5/37: Náušnice H82-8 (foto K. Kolářová).



Fig. 5/38: Object H82-8: chosen sample of earring with granulation (photo from stereomicroscope K. Kolářová).

Obr. 5/38: Vybraný vzorek náušnice H82-8 s granulací, snímek ze stereomikroskopu (foto K. Kolářová).

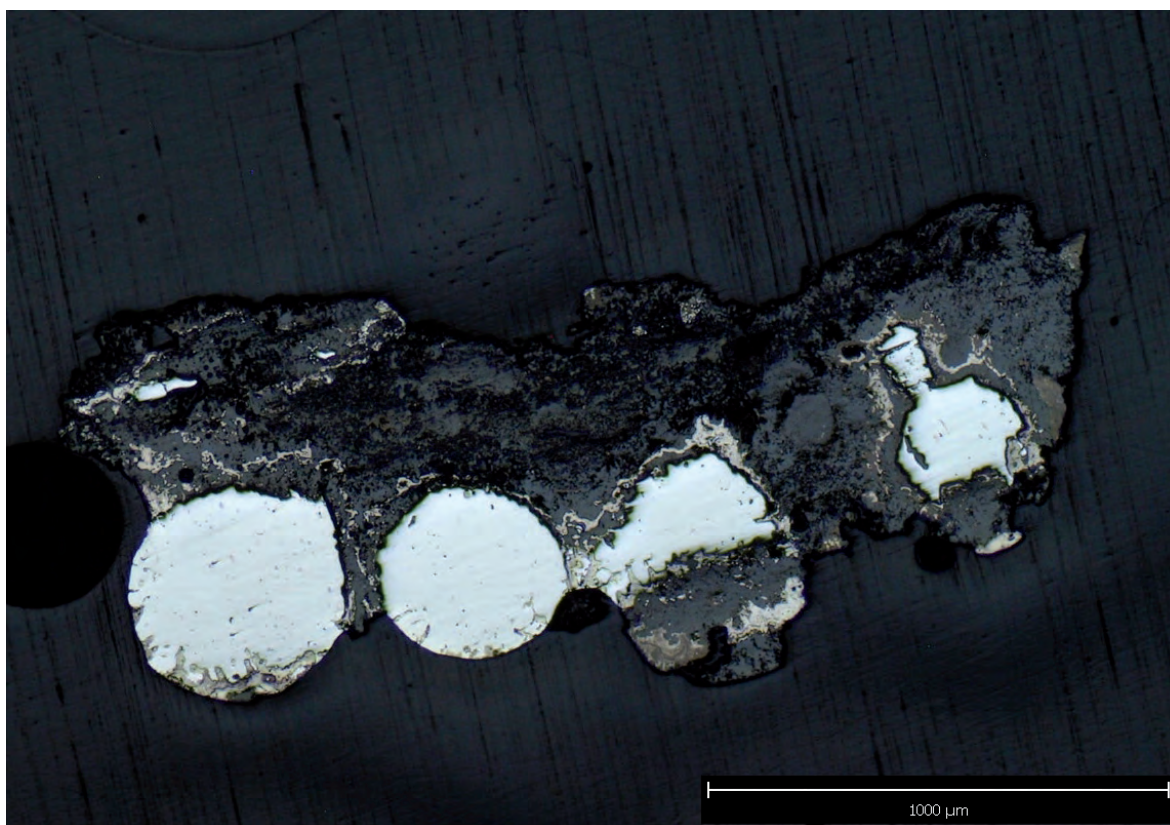


Fig. 5/39: Object H82-8: cross section of the entire sample, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/39: Předmět H82-8. Dokumentace celého příčného řezu analyzovaného vzorku, snímek z optického mikroskopu (foto K. Kolářová).

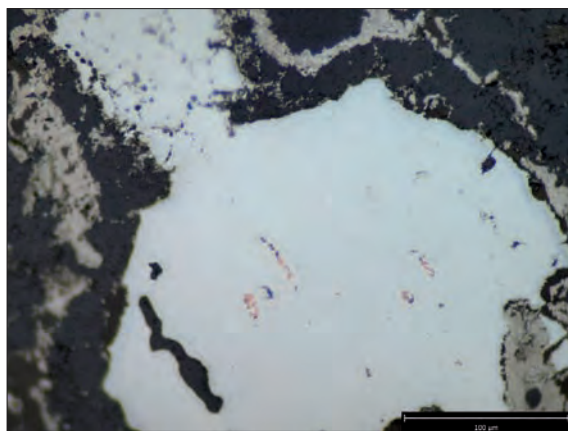


Fig. 5/40: Object H82-8, granule 4, upper part with orange and grey particles, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/40: Předmět H82-8, granule 4, horní část s oranžovými a šedými částicemi, snímek z optického mikroskopu (foto K. Kolářová).

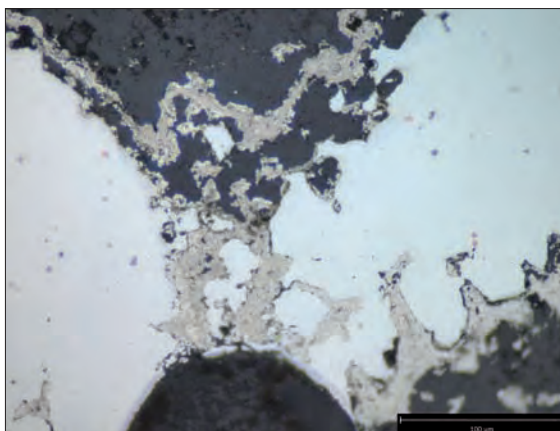


Fig. 5/41: Object H82-8, detail of connecting area between granule 2 and granule 3, micrograph from optical microscope (photo K. Kolářová).

Obr. 5/41: Předmět H82-8. Detail oblasti spoje mezi granulemi 2 a 3, snímek z optického mikroskopu (foto K. Kolářová).

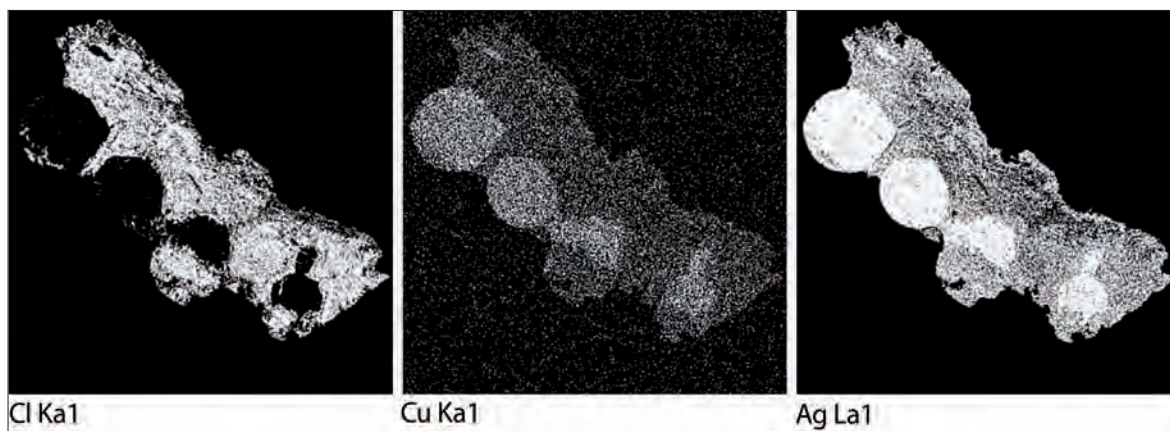


Fig. 5/42: Object H82-8, maps of distribution of the main elements Cl, Cu, Ag, SEM mapping (BSE mode, photo J. Děd).

Obr. 5/42: Předmět H82-8. Mapy rozložení hlavních prvků chlóru, mědi a stříbra, rastrovací elektronový mikroskop (zobrazení BSE, snímky J. Děd).

| Fragment H82-8 | Chemical composition [Wt. %] | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | Ag | Cu | S | Cl | Zn | P | O |
| Sp.1: Particle 1 – black spot | 36.71 | 25.65 | 11.94 | - | 20.26 | 1.55 | 3.89 |
| Sp.2: Particle 1 – bright part | 15.97 | 75.91 | - | - | - | 8.12 | - |
| Sp.3: Corrosion products | 89.81 | 0.90 | - | 9.29 | - | - | - |
| Sp.4: Corrosion products | 82.06 | 0.68 | - | 17.26 | - | - | - |
| Sp.5: Corrosion products | 83.12 | 0.75 | - | 16.13 | - | - | - |

Table 14: Chemical composition of the particle and corrosion products.

Tab. 14: Chemické složení částic a korozních produktů.

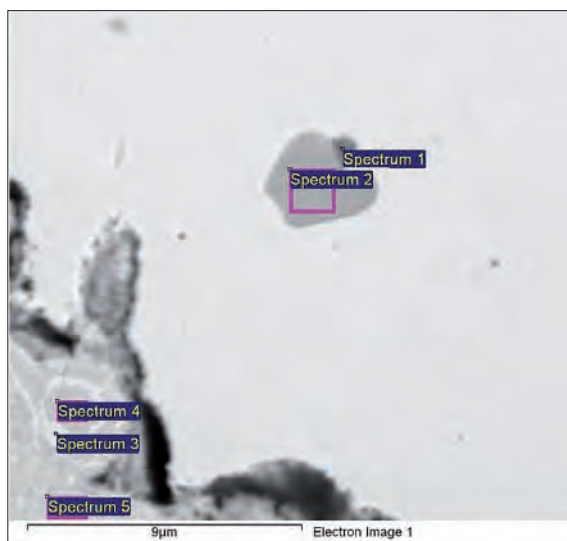


Fig. 5/43: Object H82-8: examined particle and corrosion products, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/43: Objekt H2-8. Mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu s vyznačením lokalit mikroanalýzy korozních produktů a částice (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

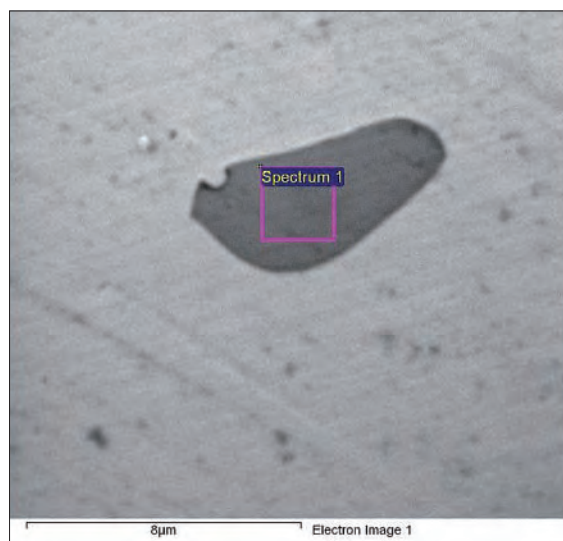


Fig. 5/44: Object H82-8: analysis of another particle, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/44: Předmět H82-8. Analýza jiné částice, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

The metallographic observation revealed a dramatic extension of the object's corrosion degradation. *Fig. 5/39* shows extension of corrosion damage through the metal sheet (in fact there are only remains of the metal sheet) and through the individual granules. During observation in a bright field it was possible to distinguish two colours of corrosion products— brown (dark and bright) and greyish-blue.

The volume of the granules contains orange-pink particles and grey particles (documented in detail in *Fig. 5/40*). The corroded connecting area between two granules is documented in *Fig. 5/41*.

The maps showing the distribution of the main elements were created using the entire sample area (*Fig. 5/39*). The maps of chloride, copper and silver are shown in *Fig. 5/42*. Clearly visible is the fact that the corrosion crust mainly consists of chlorides and that copper is mainly preserved in the metallic core of the granules.

The area of corrosion products, and the matrix and particles in granule 1 were examined in backscattered electrons.

The particle with a black spot (*Fig. 5/43*) was observed in more detail. The composition of the black spot is a mixture of copper silver with zinc, sulphur, phosphorus and oxygen. It could possibly be the remains of sulphur ores used to manufacture the copper used as a joining agent. The corrosion products probably consist of silver chloride with traces of copper (Table 14).

| Fragment H82-8 | Chemical composition [Wt. %] | | |
|--------------------------|------------------------------|-------|------|
| | Ag | Cu | P |
| Sp.1: Matrix of particle | 17.76 | 74.47 | 8.07 |

Table 15: Chemical composition of the particle.

Tab. 15: Chemické složení částice.

| Fragment H82-8 | Chemical composition [Wt. %] | |
|--|------------------------------|------|
| | Ag | Cu |
| Sp.1: Matrix of metal sheet | 95.77 | 4.23 |
| Sp.2: Matrix of metal sheet, darker spot | 95.96 | 4.04 |

Table 16: Chemical composition of metal sheet.

Tab. 16: Chemické složení kovového pláště.

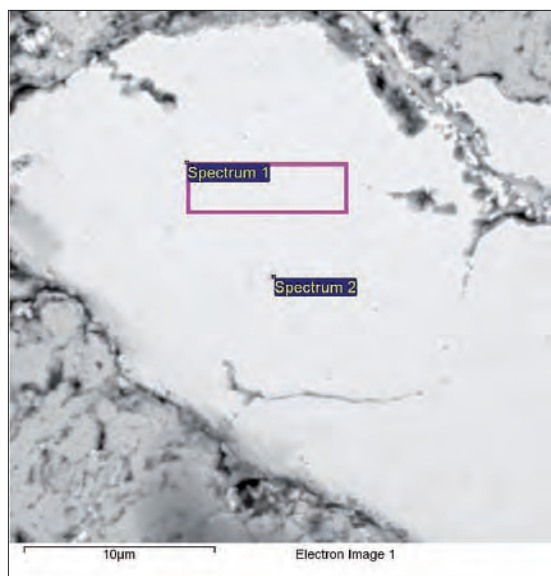


Fig. 5/45: Object H82-8: analysed area of the shell sheet metallic core, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/45: Předmět H82-8: analyzovaná oblast ve zbytku kovového jádra plechu pláště, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

Another particle was examined under 4500x magnification (*Fig. 5/44*). The chemical composition is listed in Table 15. The particle has the same composition as the bright part of the particle mentioned in Table 14. It is a copper-silver based alloy with phosphorus.

The composition of the metal sheet was determined (*Fig. 5/45*). The metal sheet is made of a silver copper alloy with 4.2 % copper. The darker spot does not show any differences compared to the base metal (Table 16).

Analyses of other particles in the metal sheet with granules showed that sample H82-8 does not contain lead in the inner structure of particles, but contains zinc and gold. Similarly to other objects, the sample contains phosphorus in some granules.

The last object discussed here is the bead H5-5 decorated with filigree rings (*Fig. 5/46*). The fragment of bead with two filigree rings was chosen for analyses (*Fig. 5/47*). The sample was damaged by previous conservation treatment and single grains were visible by the naked eye on both sides of the sample. The results of local EDS analysis on the inner walls of the hemisphere shell showed that the silver-copper alloy contains 3.3 % copper on average. The copper detected in the silver-copper alloy of the filigree ring content was in the range of 4 – 4.6 %.

The most interesting results came from analyses of the area close to the joint. The first maps of copper and silver distribution in the bead fragment show a spongy matter surrounding the filigree ring that contains only traces of copper.

Maps of copper and silver distribution at the solder joint area on the left side of the filigree ring were taken using a higher magnification (*Fig. 5/48*). The copper distribution map reveals an area of

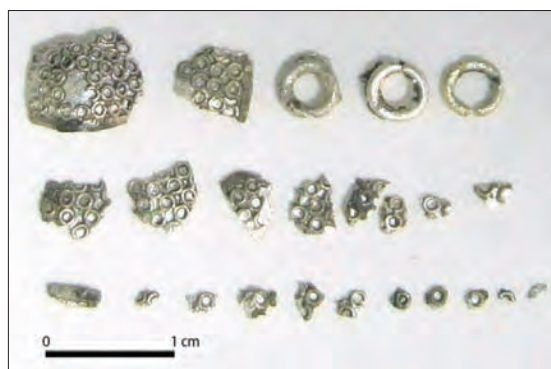


Fig. 5/46: Fragmented bead object H5-5 (photo K. Kolářová).

Obr. 5/46: Fragmentsy perly H5-5 (foto K. Kolářová).



Fig. 5/47: Object H5-5: analysed sample with filigree work (photo from stereomicroscope K. Kolářová).

Obr. 5/47: Analyzovaný vzorek pláště perly H5-5 s filigránovou výzdobou, snímek ze stereomikroskopu (foto K. Kolářová).

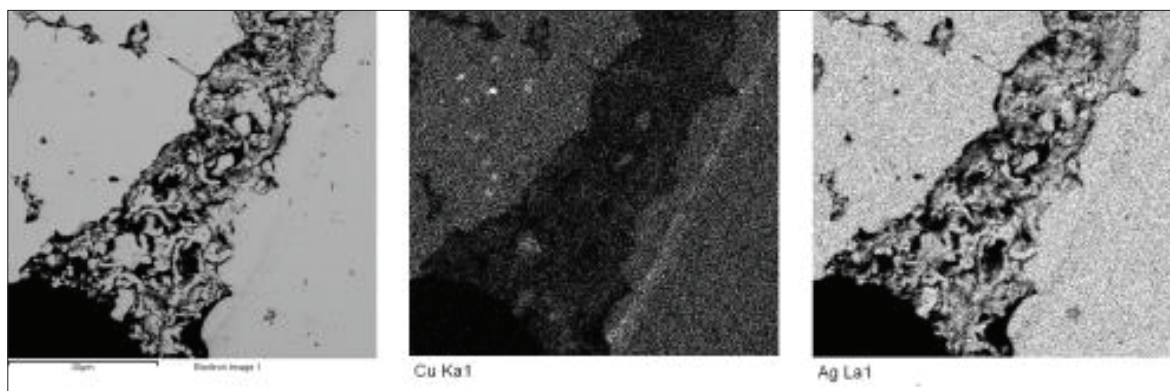


Fig. 5/48: Object H5-5: solder joint area on the left side of the filigree ring, maps of Cu and Ag distribution, SEM mapping (BSE mode, photo J. Děd).

Obr. 5/48: Předmět H5-5. Oblast pájeného spoje na levé straně filigránového kroužku, mapy rozložení mědi a stříbra, rastrovací elektronový mikroskop (zobrazení BSE, snímky J. Děd).

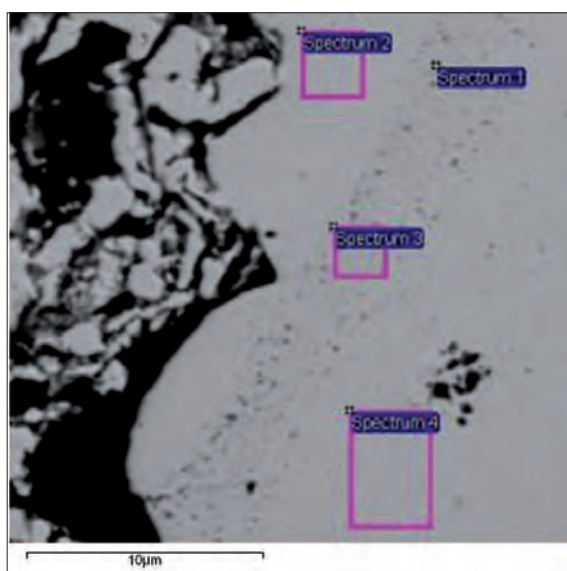


Fig. 5/49: Object H5-5: area with higher concentration of copper around the solder joint on the left side of the fragment, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/49: Předmět H5-5. Oblast s vyšší koncentrací mědi podél pájeného spoje v levé části fragmentu, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

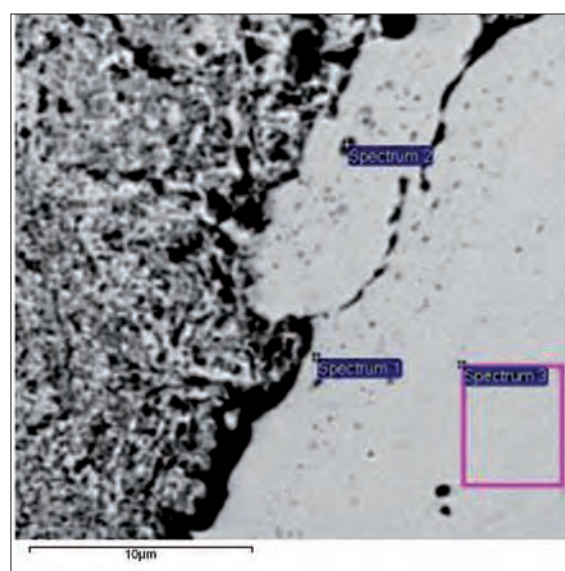


Fig. 5/50: Object H5-5: area with higher concentration of copper around the solder joint on the right side of the fragment, SEM micrograph (BSE image, photo J. Děd).

Obr. 5/50: Předmět H5-5. Oblast s vyšší koncentrací mědi podél pájeného spoje v pravé části fragmentu, mikrosnímek z rastrovacího elektronového mikroskopu (zobrazení BSE, snímek J. Děd).

higher copper content close to the solder joint on the hemisphere side, and isolated particles of copper on the filigree ring side. These copper particles probably originated from joining the filigree ring and the bead hemisphere with adhesive containing copper compounds which, after a subsequent heating process, flowed into the hemisphere and filigree ring and resulted in the formation of a joint.

Elemental analyses of the left and right sides of the fragment confirmed the results obtained from the Cu distribution map. An analysis of small dark particles (Spectrum 1 in *Fig. 5/49*, Spectrum 1 in *Fig. 5/50*) showed that these particles consisted of 22 mass % Cu and 78 mass % Ag. In one case (Spectrum 2 in *Fig. 5/50*) the particle contained 75.8 mass % copper and 24.2 mass % Ag. The analysis of the base metal area confirmed previous results (a silver-copper alloy with 3.3 % mass Cu on average).

CONCLUSION

Twenty fragments of silver finds from excavations conducted at Lumbe Garden were mounted, grinded and polished in preparation for metallographic analyses. Most of the available fragments came from artefacts made from a thin sheet of silver (*gombiky*, beads, *kaptorgy*, and pseudoglobular earrings). Eight samples of granulation work and one sample with filigree rings were observed more thoroughly using scanning electron microscopy (six of these were chosen for the main demonstration here). Corrosion damage linked to the long-term burial of the artefacts was observed on all the samples. Damage linked to previous inappropriate conservation treatment with alkaline cyanide solution, and incorrect storage conditions and manipulation were also recorded. Corrosion products were detected. The main corrosion products that were identified on the objects are silver chlorides and silver sulphides. The corrosion process caused certain intergranular cracks to occur as well as the strong embrittlement of objects. Segregated copper/lead particles on grain boundaries were highlighted in sample H89-7, supporting the theory that grain boundaries are less noble and preferentially attacked by corrosion causing intergranular embrittlement.

The metal sheets of analysed artefacts were manufactured from a silver-copper alloy with an approximate amount of copper of around 2.1 % on average (on rare occasions 6.1 %). The granules also feature a variable amount of copper in a silver-copper matrix: from 1.1 % to 4.6 % copper.

Solder area analyses have shown a higher content of copper, showing that copper compounds were added to decrease the melting temperature of soldered components. However, the advanced state of mineralization of these areas makes it difficult to define the exact soldering technology. A replica manufactured by goldsmiths has proved that copper added as a mineral compound (malachite, mixed with a natural resin such as tragacanth, worked perfectly to join the different components of the silver jewellery, in particular in the granulation work - *Čáp - Macháček - Špaček 2011*, 34-35; *Barčáková* in this volume).

The presence of particles in the silver-copper matrix of granules was shown on several objects. Two types of particles were highlighted. The first group of particles contains phosphorus (from 7.3 % to 18.4 %) in a copper-silver alloy (fragments of objects H11-4, H82-7, H82-8 and H82-14) and traces of other elements such as zinc, sulphur and gold. The second group of particles contains lead and bismuth in a silver matrix with traces of copper and iron. The amount of lead detected ranges from 5.6 % to 67.2 % and the amount of bismuth from 6.6 % to 52 % (fragments of objects H82-7, H89-7).

Lead and bismuth probably got into the silver-copper alloy during the manufacture of the alloy using polysulfidic lead ores (*Tylecote 1991*). The particles containing lead (and bismuth) have a non-homogeneous inner structure and, especially in fragment H89-7, they are located on the grain boundaries.

An explanation of the presence of phosphorus in the objects is not as clear. On one hand the phosphorus could have originated from the manufacture of the object. It is possible that libethenite $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$ (*Mineral Data Publishing 2001-2005; Jolyon 2013*) was used instead of malachite (as a soldering medium for joining the granules and the metal sheet). Due to its very similar physical and optical properties and occurrence in Slovakia (near Báňská Bystrica), libethenite could have been used instead of malachite.

These theories should however be subjected to further observations, and evidence confirming them must be found.

VÝROBA RANĚ STŘEDOVĚKÉHO ŠPERKU NALEZIŠTĚ V LUMBEHO ZAHRADĚ NA PRAŽSKÉM HRADĚ

LUDMILA BARČÁKOVÁ

1. ÚVOD

V rámci studia technologie vytváření šperků pohřebiště v Lumbeho zahradě na Pražském hradě byly zhotoveny repliky hlavních typů šperků, aby bylo možné určit použité součásti a porozumět různým fázím jejich výroby. Bylo vybráno celkem třicet předmětů, které jsou pro toto pohřebiště charakteristické. Šlo o dva gombíky, devět perel, tři záušnice, osm náušnic (čtyři hrozníčkové, dvě bubínkové, jednu pseudobubínkovou a jednu zoomorfni), tři kaptorgy, tři řetízky včetně celého náhrdelníku nalezeného v hrobě H82. Každý krok výroby byl fotograficky dokumentován. Měřil se čas, za který bylo možné šperk zhotovit, předměty se vážily, aby se zjistila hmotnost použitého kovu. Náročnost realizace, kvalita nebo přítomnost defektů je popsána proto, aby se porovnal kvalita a úroveň obtížnosti jednotlivých typů replikovaných šperků. Zhotovení replik si také vyžádala potřeba zlepšit čitelnost nálezového fondu, protože originální šperky jsou velmi špatně zachovány a manipulaci s nimi je nutné omezit. Repliky mohou sloužit též pro výstavní a studijní účely.

2. MATERIÁL ORIGINÁLNÍHO A REPLIKOVANÉHO ŠPERKU

Složení prvků kovů se určovalo v rámci studie zaměřené na analýzy šperků (srovnej studie *Kolářová – Děd – Ottenwelter a Ottenwelter – Děd – Barčáková* v tomto svazku). Stříbrné šperky byly zhotoveny z binární slitiny stříbra s mědí, jejíž obsah se pohyboval přibližně kolem 3–4 % hmotnosti. Zlaté šperky byly vyrobeny z ternární slitiny zlata se stříbrem a nepatrným obsahem mědi.

Originální šperky, podle nichž se kopie dělaly, jsou ze stříbra a zlata, ale na výrobu replik se z ekonomických důvodů používalo pouze stříbro.

Z praktických důvodů bylo použito stříbro o ryzosti 999/1000. Tato slitina vykazuje shodné technologické vlastnosti jako materiál originálních šperků. Důraz se kladl hlavně na technologický ráz experimentu, šlo o to, aby se při výrobě šperků dodržovaly rozměry jednotlivých komponent, například tloušťky plechu, velikosti granulí a drátů.

3. TECHNOLOGIE PÁJENÍ

3.1. KOVOVÁ PÁJKA

Prvním typem pájky je binární slitina kovu, ze kterého je předmět zhotoven, k níž se přidá měď. Pájka má nižší teplotu tání než materiál, z něhož je šperk vyroben. Když se dodrží určitý poměr kovů ve slitině, odpovídající eutektickému bodu, dosáhne se nejnižší teploty tání slitiny. Ideální složení pájky je 72 % stříbra (Ag) a 28 % mědi (Cu) a teplota tání přibližně kolem 780 °C. Tu lze změnit odlišným poměrem kovů. Když se použije kovová pájka, vznikne poměrně velký rozdíl mezi teplotou tání pájky a teplotou tání základního materiálu šperku, která u čistého kovu (stříbra) činí 962 °C. Oproti použití difuzní pájky (viz dále) se předmět nemusí tolik zahřívat a nehrozí, že by se roztavil. Výhodou kovové pájky tedy je, že velmi dobře taje a vlivem kapilárního působení zateče do místa pájeného spoje a komponenty jsou dobře připájeny. Kovová pájka se však využívala spíše u jednodušších typů šperku bez složité dekorace povrchu, například u granulací. Když je k miniaturní granulaci nanášena kovová pájka, dekor se po jejím roztavení ve slitině utápí, což není žádoucí. Proto je na šperky se složitou dekorací vhodné použít druhý typ pájení, tedy pomocí difuzní pájky.

3. 2. DIFUZNÍ PÁJKA

Jak již bylo řečeno, druhým typem je pájka difuzní (Čáp – Macháček – Špaček 2011, s. 34–36). Prášková měď nebo nadrcený minerál mědi se smíchá s pojídkem, například tragantem a vodou. Tragant je přírodní pryskyřice (gummi tragacantha, francouzky gomme adragante), šťáva rostlin (křovitých) druhu kozincovitých (Astragalus). Vodný roztok tragantu má mírně kyselý charakter. Působením roztoku tragantu se po zaschnutí granule či jemný dekor před připájením dočasně uchytil k povrchu šperku. Princip pájení spočívá v tom, že povrch kovu, například stříbra, je obohacován práškovou mědí nebo mědí vyredukovanou z minerálu v místě pájeného spoje. Vlivem difuze mědi do stříbra vznikne v místě spoje slitina AgCu; přidávaná směs vody, fixační pasty a např. rudy mědi vytvoří



Obr. 6/1: Kovadlinka.
Fig. 6/1: Small anvil.



Obr. 6/2: Kladiva.
Fig. 6/2: Hammer.

v místě kontaktu pájku. Pro zjednodušení budeme pro tuto směs dále používat název difuzní pájka. Výhoda při pájení difuzní pájkou je, že při nanesení rozumného množství pod granulaci (granule by neměly být utopeny v lepivé hmotě), je možné docílit připájení granulí pouze na jejich spodní části a dekor se v pájce neutopí. To se může stát při přílišném zahřátí předmětu, který se může roztavit či v pájce utopit. Velkou nevýhodou difuzní pájky je, že není možné přesně určit procentuální obohacení mědí jako v případě využití kovové pájky AgCu. Proto je pájení tímto způsobem mnohem obtížnější, záleží na namíchání difuzní pájky. Když je obohacení pájkou příliš nízké, dekor se nepřipájí a hrozí velké riziko, že vlivem příliš vysoké teploty pájení se šperk roztaví. Také se může stát, že se do místa pájeného spoje vloží pájky příliš mnoho a dekor se roztaví a například granule se slíjí dohromady. Namíchání správného složení a přidání správného množství pájky závisí na osobní zkušenosti šperkaře (Čáp – Macháček – Špaček 2011, s. 34–36). Tento druh pájky se pravděpodobně používal tehdy, když hrozilo, že kovová pájka jemný dekor zalije.



Obr. 6/3: Průvlak – avers.
Fig. 6/3: Drawplate – obverse.



Obr. 6/4: Průvlak – revers.
Fig. 6/4: Drawplate – reverse.

K výrobě replik se většinou využívala difuzní pájka s použitím směsi malachitu s tragantem a vodou, protože většina předmětů byla opatřena složitou dekorací. Pouze u výroby gombíku H104-3 bylo použito pájky stříbrné, neboť je vyzdoben odlišným způsobem – vytlačněním dekoru do plechu, a tudíž je jednodušší, protože se pájení tolikrát neopakovalo. Stříbrná pájka byla částečně použita také u perly H100-27.

4. POMŮCKY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ ŠPERKŮ

Při výrobě replik se používaly současné (moderní) nástroje svou funkcí identické s historickým nářadím. Pro tepelné zpracování šperků používali raně středověcí řemeslníci i hliněnou pec s dřevěným uhlím jako palivem (Čáp – Macháček – Špaček 2011, s. 38–39). V současných podmínkách by využití pece v uzavřených prostorách nebylo vhodné, proto byla místo ní použita plynová pájecí pistole na propan-butan. Současnou technologií, kvůli celkové úspoře času, se také válcovalek plech pomocí zlatnické válcovací stolice.

Jedním z hlavních pracovních nástrojů byla ocelová kovadlina obdélníkovitého tvaru s trnem pro umístění do dřevěného špalku. Ocelová kladiva sloužila pro přípravu polotovarů, od rozkování a ztenčení drátů ze slitku před protahováním, přes tepání plechu, výrobu filigránových drátů až po tepání částí šperku při sestavování nebo závěrečné práci (Obr. 6/1 a 6/2).



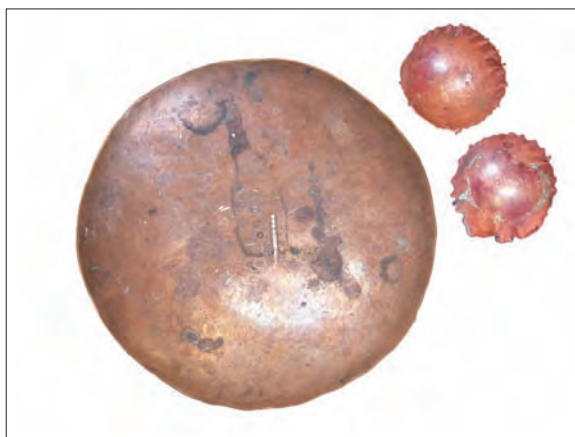
Obr. 6/5: Ocelový nožík.
Fig. 6/5: Small steel knife.



Obr. 6/6: Ocelové nástroje; ocelová jehla, čakany, hrot s tupou špičkou ve dřevěné rukojeti, jehla ve dřevěné rukojeti.
Fig. 6/6: Steel tools, steel needle, punches, blunt-end tracer punch set in wooden handle, needle set in wooden handle.



Obr. 6/7: Dřevěné prkénko.
Fig. 6/7: Small wooden board.



Obr. 6/8: Kovové misky.
Fig. 6/8: Metallic small containers.



Obr. 6/9: Různé druhy kleští.
Fig. 6/9: Various types of pliers.



Obr. 6/10: Ocelové nůžky.
Fig. 6/10: Steel cutter.



Obr. 6/11: Ocelové pilníky.
Fig. 6/11: Steel files.



Obr. 6/12: Pískovcový brousek.
Fig. 6/12: Sandstone whetstone.



Obr. 6/13: Ocelové pinzety.
Fig. 6/13: Steel tweezers.



Obr. 6/14: Plechové podložky
Fig. 6/14: Metallic pads.



Obr. 6/15: Olovená jamkovnice s předtepanými jamkami.

Fig. 6/15: Lead lock with pre-formed semi circular concave depressions shaped with dapping punches.



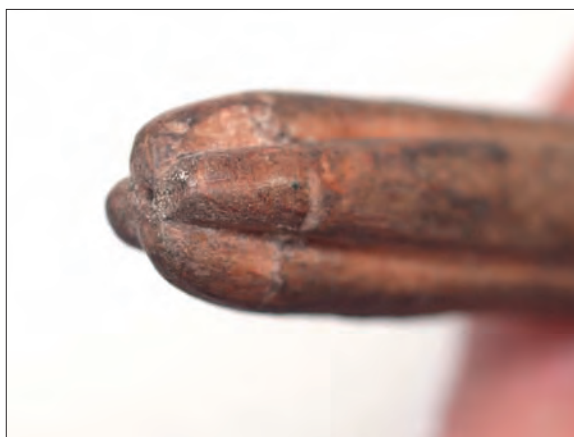
Obr. 6/16: Ocelové čakany.

Fig. 6/16: Small dapping punches.



Obr. 6/17: Pohled na dřevěnou formu s profilovaným důlkem a vedle formy dřevěný čakán.

Fig. 6/17: View of wooden formed semi circular concave depressions shaped with dapping punches.



Obr. 6/18: Detailní pohled na dřevěný profilovaný čakán.

Fig. 6/18: Small wooden punch in detail.

Průvlak je ocelová destička s řadou kónických otvorů různých velikostí. Průvlak se používal k výrobě drátů kruhového průřezu. Protaháním drátu v průvlakem se docílí jeho ztenčení. Drát, který se protahuje průvlakem, je vždy větší než jeho otvor, a proto je jeden konec drátu ztenčen tak, aby bylo možné jej prostrčit otvorem a uchopit kleštěmi. Tím se ztenčí na průměr otvoru (*Obr. 6/3 a 6/4*).

Nožík se používá pro různé dělení drátů. Ocelové nástroje měly velmi široké využití, ocelová jehla sloužila například k jemnému předkreslení ornamentu u šperků z plechu či při výrobě otvorů do předmětu. Hrotem s tupou špičkou se rýhoval dekor. Ocelovou jehlou byly nanášeny granule nebo pájka (*Obr. 6/5 a 6/6*).

Dřevěné prkénko slouží jako podložka. Kovové a keramické misky sloužily většinou k uložení materiálu a následné manipulaci (*Obr. 6/7 a 6/8*).

Kleštěmi se tvarovaly, uchycovaly nebo dělily různé části šperku či materiálu. Nůžkami se stříhal plech (*Obr. 6/9 a 6/10*).

Ocelovými pilníky se piloval materiál. Brousek například zabrušoval hrany do roviny (*Obr. 6/11 a 6/12*).

Pinzetami se přidržovaly miniaturní kousky materiálu při manipulaci, výrobě či skládání šperku, přípravě na pájení a posléze v ohni při pájení. Plechové podložky sloužily k pájení malých částí šperku a manipulaci v ohni tam, kde nebylo možné použít pinzety pro uchycení velmi malé pájené části. (*Obr. 6/13 a 6/14*)

Pro vyklepávání polotovarů se využívaly olověné jamkovnice a ocelové čakaný. Výhoda olověné podložky spočívá v tom, že je velmi jednoduše přizpůsobena do požadovaného tvaru vytepáním pomocí čakanu a kladiva. Pak se do jamky umístí plech a ten se opět pomocí čakanu tepe. Po určité době je nutno připravit novou jamku, protože se při tepání rozšiřuje a pokud je tepáno větší množství polokoulí, je zapotřebí docílit stejného průměru (*Obr. 6/15 a 6/16*).

Dobře se osvědčily dřevěné jamkovnice a čakaný s využitím velmi dostupného a levného materiálu. Do olověné i dřevěné jamkovnice je možné udělat jednoduchou jamku i složitý profilovaný tvar. (*Obr. 6/17 a 6 až 18*)

5. VÝROBA POLOTOVARŮ

Nejprve popíšeme postup zhotovení jednoduchých komponent, ze kterých je na závěr sestaven šperk. Středověké šperky byly pracné, proto lze předpokládat, že se k jejich výrobě používaly složité přípravky a komplikované technologie; základním předpokladem však byla spíše preciznost a trpělivost řemeslníka s použitím jednoduchých nástrojů. Kvalita zpracování různých předmětů se samozřejmě lišila v závislosti na jeho zkušenostech, šikovnosti a zpracovávaném materiálu. O preciznosti středověkého řemeslníka může mnohé vypovídat již sama výroba polotovarů. Pokud jsou jednotlivé shodné polotovary šperku stejně velké, například granule nebo tepané polokoule, má po kompletaci (například pečlivém spájení) velmi pěkný, „dokonalý“ vzhled, což dokládá velmi zručného řemeslníka. Když jsou jednotlivé komponenty, které mají být shodné, například granule v dekoru různé velké, projeví se výsledný efekt, tj. „nedokonalost“ i poté, co je šperk hotov. Znamená to, že řemeslník nebyl dostatečně trpělivý nebo zkušený. V následujícím textu popíšeme zpracování materiálu ze slitku kovu do jednotlivých polotovarů.

5.1. ODLÉVÁNÍ DRAHÉHO KOVU

Pomůcky ke slévání drahého kovu jsou popsány velice stručně, protože pro repliky se zpracovával už hotový slitek materiálu. K odlévání kovu byly zapotřebí hliněné pece na dřevěné uhlí, dyzny s měchy, jimiž se vháněl vzduch do ohně kvůli regulaci teploty v topeništi, hliněné tyglíky různých tvarů a ocelové kleště pro manipulaci s nimi. Pro odlití například hřiven se používaly formy. Kov se následně sléval do ingotů (hřiven), kterých se využívalo při obchodování nebo jako výchozího materiálu pro výrobu šperku (*Obr. 6/19*).

5.2. ZPRACOVÁNÍ ODLITKU DO JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT ŠPERKU. VÝROBA PLECHU, DRÁTU A GRANULÍ

5.2.1. VÝROBA PLECHU

Pro výrobu plechu bylo zapotřebí ocelové kovadliny a různě velkých kladiv. Při experimentu se s ohledem na úsporu času využívala současná technologie válcování materiálu na válcovací stoličce. Princip spočívá v tom, že mezi dvěma ocelovými válci je protlačován materiál. Při válcování je ztenčován na potřebnou tloušťku. Ve středověku se plech roztepával pomocí kladiva na podložce, tj. kovadlině. Ten, ze kterého jsou zhotoveny stříbrné šperky, je většinou roztepán na tloušťku 0,1–0,2 mm – u plechových bubínkových náušnic, některých kaptorg, perel a vytlačovaných stříbrných gombíků. U kaptorgy H16-19a (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 66) byly použity dva druhy tloušťky plechu, 0,3 mm silný plech na víku a 0,6 mm silný plech na těle kaptorgy. Z hlediska celkové konstrukce a složitosti kaptorgy pravděpodobně šlo o technologickou nutnost.

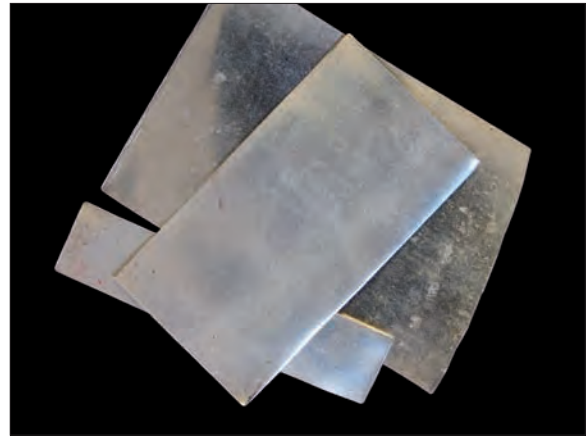
U bubínkových a zoomorfních náušnic zhotovených z ternární slitiny zlata, stříbra a nepatrné příměsi mědi byl plech roztepán na tloušťku 0,1 mm. Stejná tloušťka materiálu byla naměřena i na náušnici H53-1 zhotovené ze stříbra a pozlacené. Slitina zlata se dá pro své vlastnosti velmi dobře zpracovat a většinou je u tohoto materiálu vzhledem k jeho hodnotě patrná snaha o jemnou a precizní práci. Je také logické, že zákazník, zřejmě movitý, který si nechával zlatý šperk vyrobit, jej svěřil zkušenému řemeslníkovi, jenž velmi dobře ovládal své řemeslo (*Obr. 6/20*).

5.2.2. VÝROBA DRÁTU

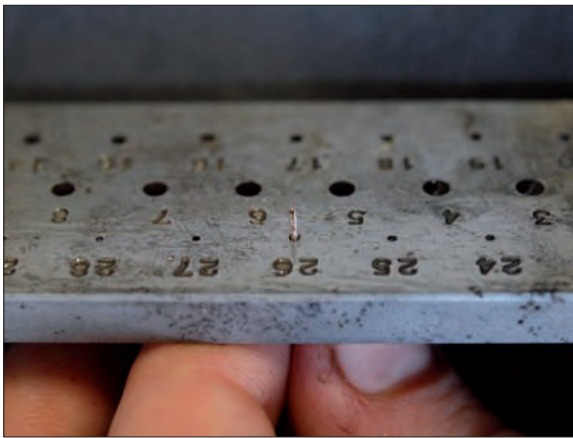
Drát se pravděpodobně vyráběl roztepáním slitku (ingotu) do tenčího profilu lanka, popřípadě struny. Pak následovaly dvě varianty zpracování do finální podoby drátu. První se používala do té doby, než byla známa technologie provlákání drátu průvlakem. Ze slitku byl roztepáván tenčí



Obr. 6/19: Slitek stříbra.
Fig. 6/19: Silver cast.



Obr. 6/20: Stříbrný plech.
Fig. 6/20: Silver sheet.



Obr. 6/21 a 6/22: Protahování drátu v průvlastku.
Obr. 6/21 and 6/22: Wire drawing with a drawplate.

a tenčí čtyřhranný drát pomocí ocelové podložky a kladiva. Když se drát roztepal, byl vyžihán a tordován tak, jak nejvíce bylo možné jej stočit. Pak se opět žíhal a vložil se mezi dvě prkénka z tvrdého dřeva. Dřevěné plochy drát válcovaly tak, aby se sjednotil jeho povrch. Tímto poměrně primitivním způsobem bylo možné dosáhnout i velmi tenkých drátů (Oddy 1977, s. 74). Při druhé variantě výroby drátu se používalo průvlastku. Jde o ocelovou destičku s kónickými otvory pro protahování drátu. Otvory jsou seřazeny od největšího po nejmenší ve velikostních rozestupech. Drát s napilovanou špičkou je protahován stále menším a menším otvorem, čímž se dosáhne stejné tloušťky v celé jeho délce.

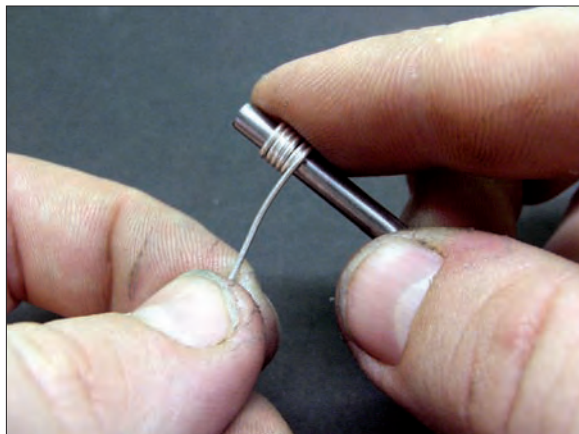
Postup výroby drátu je možné u originálních předmětů rozlišit většinou až při pohledu pod mikroskopem. Na některých špercích z naleziště v Lumbeho zahradě jsou dobře patrné stopy po tvarování materiálu tažením, které dokládají jejich výrobu protažením v průvlastku (Ottenwelter – Děd – Barčáková v tomto svazku) (Obr. 6/21 - 6/23).



Obr. 6/23: Stříbrný drát.
Fig. 6/23: Silver wire.

5. 2. 3. ZPRACOVÁNÍ DRÁTU, VÝROBA KROUŽKŮ A FILIGRÁNOVÝCH DRÁTŮ

Při výrobě kroužků byla použita tyčinka kruhového průřezu požadovaného průměru (vřeteno). Na vřeteno se navinul drát o potřebném průměru. Vznikla tak spirála, která byla po sejmutí z vřetena rozdělena například pomocí ostrého nože na jednotlivé kroužky, jež se na závěr dorovnávaly pomocí plochých kleští (*Obr. 6/24 a 6/25*).



Obr. 6/24: Navinutí drátu na vřeteno.
Fig. 6/24: Wire wrapped on a round gauge.



Obr. 6/25: Rozdělení jednotlivých kroužků pomocí nože.
Fig. 6/25: Separation of individual circles with a knife.



Obr. 6/26: Detail, pohled na stáčený drát.
Fig. 6/26: Detail of a twisted wire.

5.2.4. RŮZNÉ DRUHY FILIGRÁNOVÉHO DRÁTU POUŽÍVANÉHO PRO DEKORACI ŠPERKŮ NA POHŘEBIŠTI V LUMBEHO ZAHRADĚ

5.2.4.1. STÁČENÝ DRÁT

Jde o dva dráty stočené do sebe. Drát kulatého profilu se přehne na polovinu a jednou částí upevní například do háčku umístěného na dřevěném špalku, zatímco druhý konec se navlékne na háček kličky. Po té se kličkou točí a dráty se do sebe pevně stácejí (*Čáp - Macháček - Špaček 2011, s. 59–60*) (*Obr. 6/26*).

5.2.4.2. TORDOVANÝ DRÁT

Tordovaný drát je zkroucený plochý drát obdélníkového profilu. K jeho zhotovení je nejprve nutné si připravit drát kulatého průměru, který je následně zploštěn například pomocí kladiva a kovadliny do obdélníkového nebo čtyřhranného průřezu. Pak se jeden konec umístí do svorky zhotovené ze dvou prkének, které se k sobě silně stáhnou zaklínováním do dřevěného špalku. Druhý konec je uchycen do kleští a kroucením se drát stáčí do potřebného tvaru (*Obr. 6/27 - 6/29*).

5.2.4.3. PERLOVEC

Perlovec je jednotlivý drát kulatého profilu, do kterého jsou vytlačeny příčné drážky. Drát kulatého profilu se dá na dřevěnou podložku a pomocí ocelového přípravku se dvěma břity, kterým se přes

drát po obvodu přejíždí pod tlakem, jsou do něj vytlačeny drážky. Ocelovým přípravkem se pohybuje tak, že se drát válí po dřevěné podložce, která jej nedeformuje; drát pak vypadá, jako když je složen z mnoha malých granulí (Ogden 1982, s. 53). Aby byl dekorován celý, je nutné přípravek vždy posunout o kousek dál a postup opakovat, dokud není hotový celý drát (Obr. 6/30 - 6/32).



Obr. 6/27: Ploché pásek je uchycen do kleští.
Fig. 6/27: Strip of metal is fastened in pliers.



Obr. 6/28: Tordování pomocí dvou kleští.
Fig. 6/28: Twisting with a pair of pliers.



Obr. 6/29: Detail, pohled na tordovaný drát.
Fig. 6/29: Block twisted wire.



Obr. 6/30: Výroba jednotlivých kuliček perlovce.
Fig. 6/30: Manufacture of beaded wire.



Obr. 6/31: Detail pracovní plochy přípravku se stříbrným drátem s vytlačeným perlovcem.
Fig. 6/31: A double-edged tool is used to produce beading.

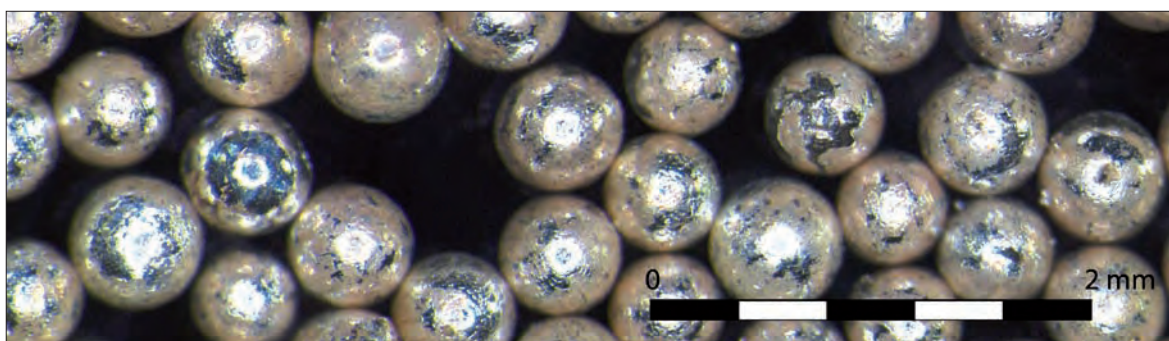


Obr. 6/32: Pohled na perlovcový drát.

Fig. 6/32: Detail of a beaded wire.

5.2.3. VÝROBA GRANULÍ

Granule se vyrábějí z kusu materiálu, z něhož se napilují, nařezou či nastříhají malé kousky kovu. K napilování je potřeba pilník, k nařezání nožik a dřevěná podložka a k nastříhání ocelové nůžky. Po té je zapotřebí prachu z dřevěného uhlí, tyglíku s víkem a topeniště pece. Velké množství granulí je zhotoveno tak, že se buď nastříhá, nebo napiluje velké množství kovových kousků či pilin. Ty se smíchají s dřevěným uhlím nadrceným na prach a tato směs se vloží do hliněného tyglíku s víkem. Víko se používá proto, aby uhlí nevyhořelo. Kousičky kovu se po určité době roztaví a vlivem povrchového napětí slijí do kuličky. Kuličky je nutné z dřevěného uhlí vyplavit a roztřídit podle velikosti (Čáp – Macháček – Špaček 2011, s. 54–58) (Obr. 6/33).



Obr. 6/33: Granule.

Fig. 6/33: Granules.

6. VYBRANÉ REPLIKY ŠPERKŮ A TECHNOLOGICKÝ POSTUP JEJICH ZHOTOVENÍ

Pro výrobu replik byly vybrány různé typy šperků nalezených na pohřebišti v Lumbeho zahradě, a to podle jednotlivých typů. Od některých druhů byly ještě zvoleny a replikovány ty, které se odlišovaly dekorací, složitostí, a tudíž i technologickým postupem. Na následujících řádkách se soustředíme nejprve na nejjednodušší typy šperků, například záušnice zhotovené z drátu s typickým roztepaným spirálovým a esovitým zakončením. Dále se zaměříme na složitější předměty, několik druhů typů kovových perel, plechové zdobené granulací, celé filigránové, nebo plechové s dekorací filigránovým drátem. Popíšeme postup při výrobě dvou rýhovaných (tepaných) gombíků, bubínkových a hrozníčkových náušnic, řetízků, velkého nákrčníku se dvěma kaptorgami a kaptorgy s řetízkem. Na závěr pojednáme o technologicky nejnáročnějších špercích.

6.1. ZÁUŠNICE

Představíme tři typy záušnic, které se od sebe liší tvarem a hmotností kovu, i když jsou zpracovány velmi podobně.

6.1.1. ZHOTOVENÍ KOPIE ZÁUŠNICE H79-1

6.1.1.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o stříbrnou záušnici s očkem 12 x 13 mm o průměru drátu 1,2 mm. Záušnice je kruhového tvaru, na jednom konci má naplocho roztepaný drát. Zakončení je tvarováno do očka (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 140–141).

6.1.1.2. TECHNOLOGIE

Záušnice byla zhotovena protahováním drátu na daný průměr. Po zhotovení drátu o konečném průměru byl drát zkrácen na potřebnou délku. Následovalo roztepání jeho konce na jedné straně do plochého profilu pomocí kladiva a kovadlinky. Na závěr byl předmět vytvarován do požadovaného tvaru a vyleštěn.

6.1.1.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Kopie záušnice byla zhotovena za čtyři hodiny a její hmotnost je 0,54 gramu. Čas zpracování se měřil od výroby drátu ze slitku materiálu až po finální leštění šperku. Nejdéle trvalo zhotovení drátu o potřebném průměru, roztepání a vytvarování náušnice již bylo rychlejší.

Jde o záušnici poměrně jednoduchého tvaru, její výroba byla velmi snadná.



Obr. 6/34: Originální šperk – záušnice H79-1.

Fig. 6/34: Original jewel – temple ring H79-1.



Obr. 6/35: Pohled na připravený drát po protažení na potřebný průměr.

Fig. 6/35: Drawn wire of required diameter.



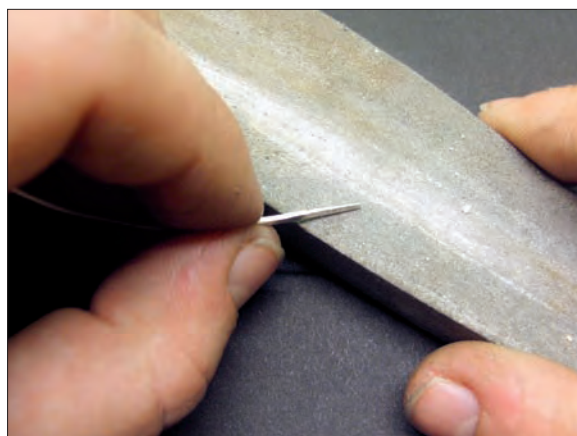
Obr. 6/36: Detail roztepání konce drátu.

Fig. 6/36: Detail of the hammered wire's end.



Obr. 6/37: Roztepání konce drátu kladivem na ocelové podložce.

Fig. 6/37: Hammering of the wire's end with a hammer on a steel pad.



Obr. 6/38: Zabroušení boků roztepané části na kamenném brousku.

Fig. 6/38: Grinding of the hammered part's sides on a whetstone.



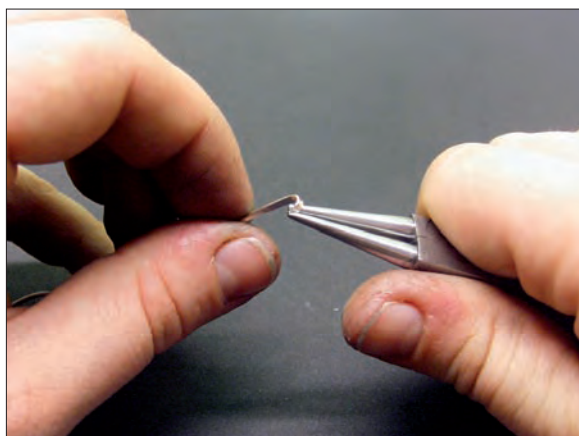
Obr. 6/39: Žihání se dělá před tvářením záušnice, materiál se potom velmi snadno tváří.

Fig. 6/39: Annealing must be done prior forming; metal can be then easily shaped.



Obr. 6/40: Leštění záušnice pomocí jemné kůže s nardrceným dřevěným uhlím.

Fig. 6/40: Polishing of the temple earring with fine leather and crushed wooden coal.



Obr. 6/41: Tvarování roztepané části pomocí kleští.

Fig. 6/41: Shaping the hammered part with pliers.



Obr. 6/42: Pohled na tvarování těla záušnice pomocí kleští.

Fig. 6/42: Shaping of the temple ring's body with pliers.



Obr. 6/43: Odštípnutí přebytečné části drátu štipacími kleštěmi.

Fig. 6/43: Cutting the wire's redundant parts off with nippers.



Obr. 6/44: Pohled na hotovou záušnici.

Fig. 6/44: Finished piece of the temple ring.

6.1.2. ZHOTOVENÍ KOPIE ZÁUŠNICE H103-2

6.1.2.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o stříbrnou esovitou záušnici kruhového tvaru 11,6 x 12,9 mm stočenou z drátu o průměru 0,9 mm. Zakončení záušnice je naplocho roztepáno a esovitě stočeno (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 174).

6.1.2.2. TECHNOLOGIE

Záušnice byla zhotovena nejprve protahováním drátu na daný průměr průvlakem. Poté se drát zkrátil na potřebnou délku a jeho konec na jedné straně roztepal pomocí kladiva a kovadliny. Na závěr byl předmět zkroucen do požadovaného tvaru a vyleštěn. Technologie výroby se shoduje s technologickým postupem záušnice H79-1 od připraveného drátu po leštění (*Obr. 35 –40*). V následující dokumentaci je prezentováno pouze závěrečné ohýbání materiálu, které se liší.

6.1.2.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Záušnice byla zhotovena za čtyři hodiny a její hmotnost je 0,42 gramu. Tento typ je od předešlé záušnice H79-1 rozdílný pouze vytvarováním do esovitého zakončení. Záušnice se pravděpodobně svou hodnotou příliš nelišila od té předešlé.



Obr. 6/45: Originální šperk – záušnice H103-2

Fig. 6/45: Original jewel – temple ring H103-2.



Obr. 6/46: Pohled na tvarování záušnice pomocí kleští.
Fig. 6/46: Shaping of the temple ring with pliers.



Obr. 6/47: Odštípnutí přebytečné části drátu pomocí štípacích kleští.

Fig. 6/47: Cutting the wire's redundant parts off with a pair of pincers.



Obr. 6/48: Pohled na hotovou záušnici.

Fig. 6/48: Finished temple ring.

6.1.3. ZHOTOVENÍ KOPIE ZÁUŠNICE H100-43

6.1.3.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o stříbrnou záušnici kruhového tvaru 18,4 x 15,9 mm stočenou z drátu o průměru 2,8 mm. Zakončení je naplocho roztepáno a esovitě stočeno (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 170–171).

6.1.3.2. TECHNOLOGIE

Záušnice byla zhotovena nejprve protahováním drátu na určitý průměr průvlekem. Když byl drát o potřebném průměru hotov, zkrátil se na potřebnou délku. Následovalo roztepání jeho konce na jedné straně pomocí kladiva a kovadliny. Na závěr byl předmět vytvarován do požadovaného tvaru a vyleštěn.

6.1.3.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Záušnice je jednoduchého tvaru a její výroba je podobná jako u předešlých dvou. Jelikož je



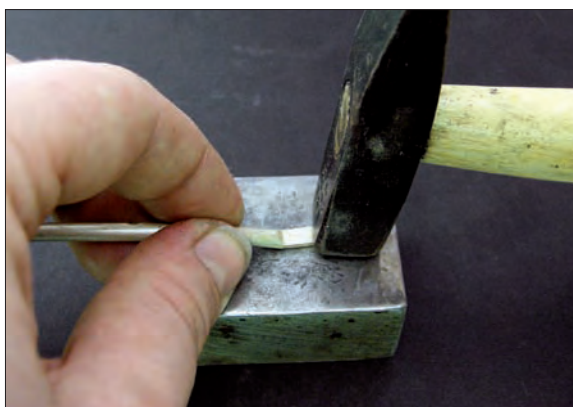
Obr. 6/49: Originální šperk – esovitá záušnice H100-43. Foto J. Sobek

Fig. 6/49: Original jewel – temple ring H100-43. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/50: Žihání drátu, kterým je docílena rekrytalizace materiálu po tváření; materiál je po vyžihání měkčí a je možné jej opět tvářet.

Fig. 6/50: Annealing of the wire allows re crystallization of the material; the annealed metal is softer and can be easily shaped.



Obr. 6/51: Roztepání konce drátu naplocho.

Fig. 6/51: Hammering of the wire's end.



Obr. 6/52: Pohled na drát s roztepaným zakončením.

Fig. 6/52: Wire with a hammered ending.



Obr. 6/53: Předleštění záušnice před tvarováním.

Fig. 6/53: Polishing of the temple ring prior to its shaping.

zhotovena z drátu většího průměru, netrvala výroba drátu ze slitku tak dlouho jako u předešlých záušnic z drátu o malém průměru, ale roztepání konce drátu bylo delší, protože šlo o docílení co nejlepšího povrchu. Výroba trvala čtyři hodiny a její hmotnost je 2,7 gramu.

Záušnice má jednoduchý tvar. Její hodnota spočívá hlavně v obsahu drahého kovu, jinak je tvarem a složitostí výroby srovnatelná s předešlými záušnicemi H79-1 a H103-2.



Obr. 6/54: Tvarování záušnice na kulatině potřebného průměru.

Fig. 6/54: Shaping of the temple ring around a mandrel of required diameter.



Obr. 6/55: Zaštípnutí konce záušnice.

Fig. 6/55: Cutting off the wire's end.



Obr. 6/56: Pohled na záušnici po dotvarování zaštipnutého konce.

Fig. 6/56: Temple ring after shaping of the end.



Obr. 6/57: Dotvarování záušnice pomocí kleští do požadovaného tvaru.

Fig. 6/57: Shaping of the temple ring into the desired shape with a pair of pliers.



Obr. 6/58: Přeleštění záušnice pomocí kousku kůže.

Fig. 6/58: Polishing of the temple rings with a piece of leather.



Obr. 6/59: Hotová kopie záušnice.

Fig. 6/59: Finished replica of the temple ring.

6.2. PERLY

Další kategorii tvoří perly; vybrali jsme čtyři typy, které se liší konstrukcí, tvarem i výzdobou.

6.2.1. ZHOTOVENÍ KOPIE PERLY H100-18

6.2.1.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o stříbrnou kulovou perlu o průměru 10,3 mm hustě zdobenou a jemně granulovanou, která je zhotovena ze stříbrného plechu se dvěma velkými kroužky kolem otvorů. Po celém povrchu pláště perly jsou připájeny malé kroužky uvnitř osázené granulemi (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 169, 171).

6.2.1.2. TECHNOLOGIE

Při zhotovení perly bylo nutné nejprve kladivem na kovové podložce roztepat plech ze slitku stříbra a vystříhnout z něj kolo. Poté byl plech vložen do jamkovnice a kladivem vytepán do tvaru polokoule. Do obou polokoule byl jehlou vyražen otvor a polokoule spájeny difuzní pájkou, a to současně se dvěma kroužky umístěnými okolo otvorů. Po spájení byl spoj přebroušen. Následně se pájely malé kroužky na povrch perly. Vždy po jedné čtvrtině plochy perly byly umístěny malé kroužky, přidala se difuzní pájka a poté se pájelo, až byla pokryta celá plocha. Kdyby byly kroužky vyskládány na příliš velkou část povrchu perly, na některých místech by při pájení na strmé straně opadaly. Na závěr byly opět po čtvrtině plochy gombíku pájeny granule umístěné do středu kroužků s difuzní pájkou, až byl pokryt celý povrch perly. Následovalo očištění a vyleštění.

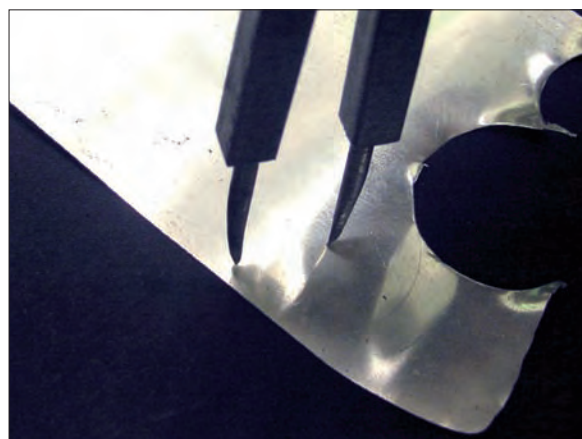


Obr. 6/60: Originální šperk – perla H100-18. Foto J. Sobek

Fig. 6/60: Original jewel – bead H100-18. Photo: J. Sobek.

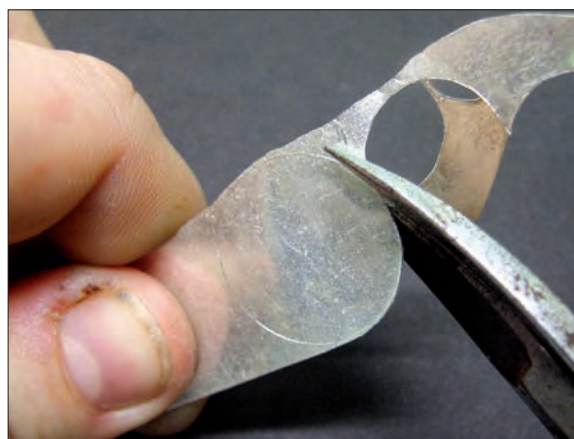
6.2.1.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Zhotovení perly ze stříbra trvalo 14 hodin a její hmotnost je 1,46 gramu. Při výrobě byla náročná hlavně příprava velkého množství malých polotovarů, tedy malých kroužků a granulí. Bylo třeba dbát na jednotnou velikost komponent, které jsou v tomto případě velmi pěkně zpracovány.



Obr. 6/61: Předkreslení kružnice na plech. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/61: Drawing of a circle on a metal sheet. Photo: E. Ottenwelter.



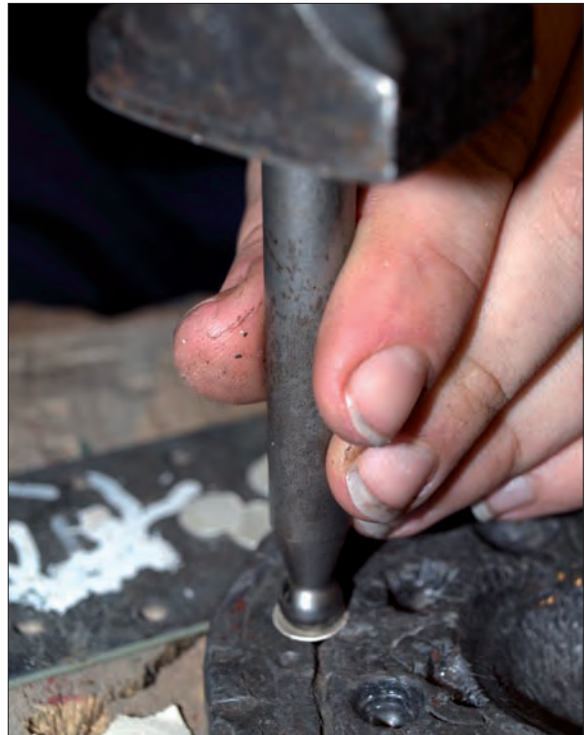
Obr. 6/62: Vystřížení kola plechu.

Fig. 6/62: Cutting the discs out of the metal sheet.



Obr. 6/63: Pohled při práci s olověnou jamkovnicí. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/63: View of the lead block. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/64: Plech je umístěn do jamkovnice a tvarován ocelovým čakanem. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/64: The disc is placed on the hemispherical hollow and shaped with small dapping punch. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/65: Celkový pohled na práci s dřevěnou podložkou, na které je položena stříbrná polokoule při vyrážení otvoru. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/65: Piercing the silver hemisphere on a wooden pad, overall view. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/66: Detail vyrážení otvoru pomocí ocelové jehly. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/66: Piercing the hemisphere with a steel needle. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/67: Zabroušení polokoule na kamenném brousku. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/67: Grinding of the hemispheres on a whetstone. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/68: Polotovary potřebné pro zhotovení perly; plechové polokoule, kroužky a granule. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/68: Semi-finished products – hemispheres, rings and granules, necessary for the production of the bead. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/69: Nanašeni difuzní pájky na polokouli perly; polokoule jsou sesazeny a jsou přidány kroužky kolem otvorů s difuzní pájkou. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/69: Application of powder of malachite mixed with gum tragacanth on the bead hemisphere, the hemispheres are joined together. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/70: Pájení perly v peci na dřevěné uhlí. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/70: Soldering of the bead in a furnace with wooden coal. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/71: Kroužky se nanašejí na povrch perly po jednotlivých čtvrtinách tak, aby při pájení nesklouzly dolů. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/71: Filigree rings are applied on the bead's surface in individual quarters in order to prevent slipping of the filigree rings in the course of soldering. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/72: Kroužky se na povrch perly pájely plynovým hořákem, v uzavřených prostorách je použití pece nevhodné. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/72: Soldering of small filigree rings on the bead's surface with a gas burner; usage of a furnace is highly unsuitable for closed space. Photo: E. Ottenwelter.



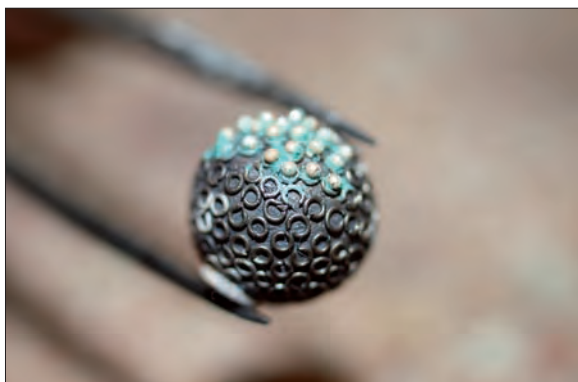
Obr. 6/73: Pohled na část připájených kroužků; kroužky na chybějící ploše jsou vyskládány s difuzní pájkou a opět pájeny, až je pokryt celý povrch. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/73: View of the soldered small filigree rings; on the remaining area, filigree rings are attached by application of powder of malachite mixed with gum tragacanth and again soldered until all surface is covered. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/74: Vyskládání malých granulí do kroužků s difuzní pájkou. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/74: Placing of small granules in small circles with the help of a mixture of gum tragacanth and powder malachite. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/75: Detail vyskládaného dekoru z granulí. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/75: Decoration motive made of granules sitting in a small filigree ring, in detail. Photo: E. Ottenwelter.



Obr. 6/76: Pájení granulí na povrch perly. Foto E. Ottenwelter.

Fig. 6/76: Soldering of granules inside the filigree rings. Photo: E. Ottenwelter.

Výroba polovin perly z plechu je jednoduchá, následuje vyhotovení otvorů a spájení do jednoho celku. Po tomto kroku následuje složitější část, pájení malých kroužků, což je časově náročné, protože se musí vyskládat po čtvrtinách. Po kroužcích následuje stejný postup s granulemi. Pájení se tedy často opakuje a hrozí, že se při něm šperk v plameni poničí. Další komplikací, která může nastat, je nedostatečné nebo částečné připájení výzdoby, která pak opadá, takže je nutné pájení opakovat.

Perla H100-18 je příkladem složitějšího šperku a její výroba je mnohem náročnější než výše popsaných záušnic. V hrobě byla tato perla nalezena v náhrdelníku zhotoveného z kovových (stříbrných) perel a perel z drahých kamenů (*Smetánka – Frolík 2014, s. 169–171*). Z toho lze usoudit, že šlo o šperk elitního charakteru.



Obr. 6/77: Pohled na hotový šperk. Foto M. Frouz.

Fig. 6/77: Finished jewel. Photo: M. Frouz.

6.2.2. ZHOTOVENÍ KOPIE PERLY H25-2

6.2.2.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o fragment stříbrné plechové podélně členěné perly soudečkovitého tvaru o průměru 11,2 mm a délky 12 mm. Perla je zdobena granulací ve formě geometrického vzoru. Granulace je provedena linkami granulí uspořádaných do trojúhelníků a do linek kopírujících tvary perly. Linky jsou tvořeny dvojitými řadami granulí (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 75–76).

6.2.2.2. TECHNOLOGIE

Při výrobě perly byly nejprve zhotoveny polotovary. Z připraveného plechu bylo vystřiženo kolo, které bylo vloženo do jamkovnice a vytepáno do tvaru půlkoule. Materiál byl vyžihán a půlkoule umístěna do speciálně profilované dřevěné jamkovnice s tloučkem ve tvaru poloviny perly. Po pozvolném vytepání obou polovin byl odstřížen přebývající materiál a obě poloviny zabroušeny na kamenném brousku. Do polokouli byly jehlou vytlačeny otvory. Kroužky byly zhotoveny natočením drátu na vřeteno o potřebném tvaru a rozdělením nožem na jednotlivá kolečka. Granule byly zhotoveny výše popsanou technikou.

V další fázi výroby šperku se vytvořené polotovary kompletovaly. Na zabroušené hrany plechových polovin byla nanášena difuzní pájka a polokoule spájeny. Kolem otvorů byly umístěny a pájeny kroužky. Následovalo zabroušení pájeného spoje a vyskládání a pájení granulí opět s difuzní pájkou. Granule se nanášely vždy jen na čtvrtinu povrchu šperku, a když byly připájeny, šperk se ještě vyleštil.

6.2.2.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Výroba perly trvala 17 hodin a její hmotnost je 1,83 gramu. Perla H25-2 je příkladem složitějšího šperku své doby. Má profilovaný tvar, takže pro ni musela být vyrobena speciální forma. Vzhledem k jejímu čtyřlaločnatému členění je složitější než například kulovitá perla H100-18. K výrobě plechového pláště perly byl zhotoven čtyřhranně profilovaný čakan a forma. Když byly poloviny perly vyraženy, bylo nutné je spasovat. Při vyskládání a postupném pájení granulovaného dekoru na perly bylo také zapotřebí jisté dávky trpělivosti a pečlivosti, aby se jednotlivé části nerozházely, nespádaly nebo se neroztavil plášť perly. Z těchto důvodů se výzdoba připájela postupně a na několikrát.

Perla je složitějšího tvaru a povrch pokryt jemným granulovaným dekorem, šlo tedy o hodnotnější šperk.



Obr. 6/78: Originální šperk – perla H25-2. Foto J. Sobek.

Fig. 6/78: Original jewel – bead H25-2. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/79: Originální šperk – perla H25-2. Foto J. Sobek.

Fig. 6/79: Original jewel – bead H25-2. Photo: J. Sobek.



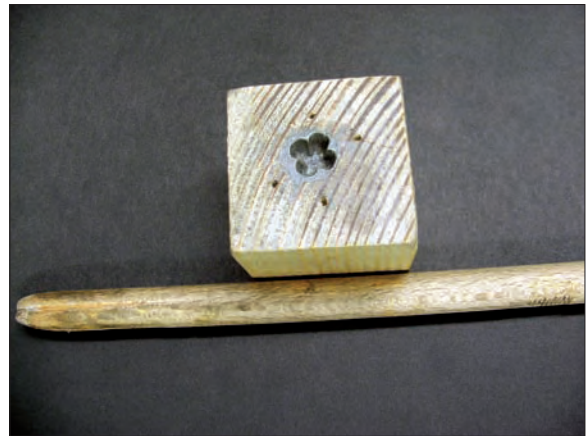
Obr. 6/80: Žihání materiálu před tvářením.
Fig. 6/80: Annealing of the material prior shaping.



Obr. 6/81: Předtepání čakanem na olovené jamkovnici, před tvarováním polokoule v profilované jamkovnici.
Fig. 6/81: The disc blank is placed over the semi circular depressions formed in the lead block with a dapping punch. The disc is hammered till it touches the bottom of the depression.



Obr. 6/82: Opětovné žihání plechu po tváření v jamkovnici.
Fig. 6/82: Annealing of the disc after its shaping on the lead block.



Obr. 6/83: Obrázek dřevěné profilované jamkovnice s čakanem.
Fig. 6/83: Wooden block with depression of the desired shape with corresponding wooden punch.



Obr. 6/84: Detail dřevěného čakanu.
Fig. 6/84: Detail of the small wooden punch.



Obr. 6/85: Natvarování plechu pomocí kleští na dřevěný čakan.
Fig. 6/85: Shaping of the disc with a pair of pliers on the wooden punch.



Obr. 6/86: Vytepání plechu v jamkovnici dřevěným čakanem s pomocí kladiva.

Fig. 6/86: Embossing the disc in the depression with the wooden punch.



Obr. 6/87: Detail čakanu s vytepanou polovinou perly.

Fig. 6/87: Detail of the punch with the embossed half of the bead.



Obr. 6/88: Zastřížení přebývajícího plechu poloviny.

Fig. 6/88: Cutting off the excess of the metal.



Obr. 6/89: Následné zabroušení nerovného povrchu tak, aby obě poloviny na sebe správně dosedaly.

Fig. 6/89: Subsequent grinding of uneven surface so that both halves fit closely together.



Obr. 6/90: Detail polovin po zabroušení.

Fig. 6/90: Both halves after grinding.



Obr. 6/91: Vytlačení otvoru do obou polovin perly jehlou.

Fig. 6/91: Piercing both halves with a needle.



Obr. 6/92: Pohled na polotovary; profilované poloviny, kroužky a granule.

Fig. 6/92: Semi-finished products, profiled halves, small filigree rings and granules.



Obr. 6/93: Nanášení difuzní pájky.

Fig. 6/93: Application of powder of malachite mixed with gum tragacanth.



Obr. 6/94: Poloviny a kroužky se pájí najednou.

Fig. 6/94: The soldering of the two halves and filigree rings is done.



Obr. 6/95: Detail spájené perly.

Fig. 6/95: Detail of the soldered bead.



Obr. 6/96: Nanášení difuzní pájky a granulí na jednu čtvrtinu plochy perly.

Fig. 6/96: Application of powder of malachite mixed with gum tragacanth and granules on one quarter of the bead's surface.



Obr. 6/97: Pájení granulí na perlu. Pájení lze dělat po čtvrtinách povrchu, aby granule nespádaly.

Fig. 6/97: Soldering of granules on the bead. The soldering is always done in quarters of the surface in order to prevent slipping of the granules while of soldering.



Obr. 6/98: Pohled na perlu po připájení granulí.
Fig. 6/98: View of the bead after soldering of the granules.



Obr. 6/99: Pájení trojúhelníků vyskládaných z granulí po jednotlivých čtvrtinách.
Fig. 6/99: Soldering of triangles made of granules; the soldering is always done in individual quarters.



Obr. 6/100: Vyskládání malých granulí s nanášením difuzní pájky.
Fig. 6/100: Attaching small granules by application of powder of malachite mixed with gum tragacanth.



Obr. 6/101: Následné pájení dekoru perly.
Fig. 6/101: Subsequent soldering of the bead's decoration.



Obr. 6/102: Pohled na hotovou perlu. Foto M. Frouz.
Fig. 6/102: Finished bead. Photo: M. Frouz.



Obr. 6/103: Pohled na hotovou perlu. Foto M. Frouz.
Fig. 6/103: Finished bead. Photo: M. Frouz.

6.2.3. ZHOTOVENÍ KOPIE PERLY H100-27

6.2.3.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o kulovou filigránovou perlu z drátů a granulí o průměru 12,8 mm, která je složena ze dvou symetrických polokoulí spojených meandrovitě tvarovaným páskem. Základní část poloviny perly je z drátu tvarovaného do čtyřlístku, jenž je ve středu opatřen kroužkem. Tento základní a nosný prvek je vytvářen do polokoule a dekorován menšími kroužky s granulí. Kolem kroužku s granulí je umístěn větší kroužek. Tělo většího kroužku je složeno ze dvou menších drátů spájených vedle sebe a do prostoru mezi dráty je vložena dekorace granulemi (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 169, 171).

6.2.3.2. TECHNOLOGIE

Při zhotovování tohoto předmětu byly nejprve připraveny polotovary. Bylo nutné zhotovit dráty potřebných průměrů a z nich vytvářet jednotlivé komponenty perly, tj. kroužky různých průměrů. Dále bylo kleštěmi vytvářeno tělo perly z drátu do tvaru písmene omega (ω) (*Obr. 106*). Z pásku plechu byl zformován meandrovitý pásek pomocí dřevěného prkénka s předkreslenými dvěma rovnoběžkami, do kterých byly postupně umisťovány jehly. Princip spočívá v tom, že se přehne pásek, umístí jedna jehla a plech se opět přehne. Tímto způsobem vznikne díky stejnoměrnému umisťování jehel velmi přesný dekor meandrovitě tvarovaného pásku. Granule byly zhotoveny výše popsanou technikou. Následně byl vyroben polotovar kroužku zdobený granulemi. Kroužek byl zhotoven z drátu přeloženého na polovinu, čímž vznikly dva vedle sebe. Ty se v místě kontaktu spájely difuzní pájkou. Po té se do středu mezi dráty nanášely do difuzní pájky malé granule a připájely. Drát s připájenými granulemi byl stočen na vřeteno a rozdělen na jednotlivé kroužky.

V další fázi výroby šperku se kompletovaly vytvořené polotovary. Nejprve se pájely omegovité segmenty, vždy dva kusy proti sobě, takže vznikl tvar „čtyřlístku“. Do jeho středu se vložil kroužek a pájení se zopakovalo. Po spájení byly polotovary vytvářeny pomocí jamky a čakanu do tvaru polokoule. Následně byly připájeny malé kroužky a do nich granule. Mezi polokoule byl vložen kroužek z meandrovitého pásku a následovalo pájení stříbrnou pájkou. Dále byly pájeny velké kroužky s granulemi, až bylo postupně připájeno všech osm velkých kroužků; pak se šperk čistil a leštil.

6.2.3.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Perla byla zhotovena za 20 hodin a její hmotnost je 1,99 gramu. Náročnost výroby spočívala v použití malých komponent, například tenkých drátů a malých granulí. Při pájení byla potřeba vzhledem k jemné filigránové konstrukci perly velké opatrnosti, aby se neroztavila. Šperk pravděpodobně zhotovil zručný řemeslník.

Perla je výjimečná složitou konstrukcí, zdobností použitých prvků a vrstvením komponent na sebe. Její hodnotu navíc potvrzuje skutečnost, že byla součástí náhrdelníku zhotoveného z perel kovových a z drahých kamenů (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 169–171, barevná příloha). Z toho je možné usuzovat, že šlo o šperk elitního charakteru.



Obr. 6/104: Originální šperk – perla H100-27. Foto J. Sobek.

Fig. 6/104: Original jewel – bead H100-27. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/105: Připravené polotovary pro výrobu perly; kroužky, granule a segmenty drátu ve tvaru písmene omega (ω).

Fig. 6/105: Prepared semi-finished products for the pearl production, filigree rings, granules and segments of wire in the shape of the letter omega (ω).



Obr. 6/106: Tvarování drátu v kleštích.

Fig. 6/106: Shaping of the wire with pliers.



Obr. 6/107: Zkrácení drátu kleštěmi.

Fig. 6/107: Cutting off the wire with pliers.



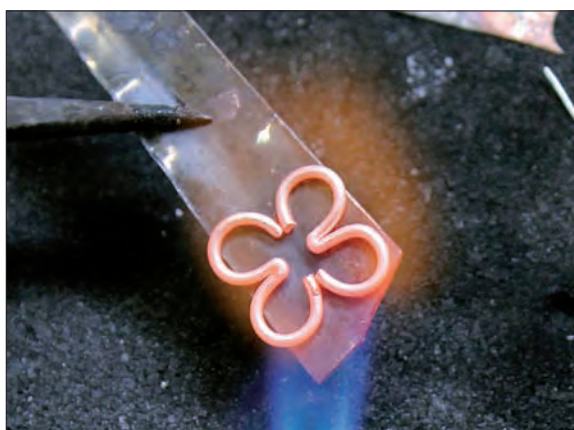
Obr. 6/108: Segment ve tvaru písmene omega je v místě pájeného spoje opatřen difuzní pájkou.

Fig. 6/108: Powder malachite mixed with gum tragacanth is applied on the joining areas of the omega shaped component.



Obr. 6/109: Umístění dvou segmentů naproti sobě na tenký železný plech. Foto J. Sobek.

Fig. 6/109: Placing both segments next to each other on a thin iron sheet. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/110: Pájením segmentů dohromady vznikne díl ve tvaru „čtyřlístku“. Foto J. Sobek.

Fig. 6/110: A quadrilobed component is created by soldering the segments together. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/111: Do středu „čtyřlístku“ je nanášena difuzní pájka, umístěn kroužek.

Fig. 6/111: Powder of malachite mixed with gum tragacanth is applied in the centre of the quadrilobed component, a ring is placed there and soldered. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/112: Tvarováním na čakanu vznikne polovina perly.

Fig. 6/112: A half of the bead is shaped on a dapping punch.



Obr. 6/113: Na polovinu byly opět s difuzní pájkou připájeny malé kroužky.

Fig. 6/113: Small filigree rings are soldered on the bead's half by application of powder of malachite and gum tragacanth.



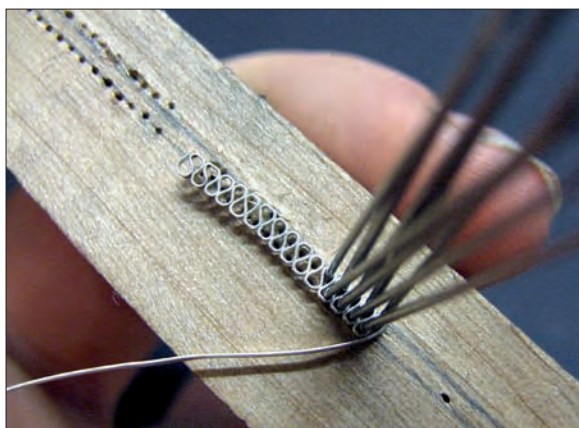
Obr. 6/114: Do kroužků byly umístěny granule a pak následovalo pájení s difuzní pájkou.

Fig. 6/114: Granules are placed in a filigree ring and soldered with powder malachite mixed with gum tragacanth.



Obr. 6/115: Pohled na polovinu perly s připájenými granulemi.

Fig. 6/115: Bead's half with soldered granules.



Obr. 6/116: Výroba meandrovitého pásku.

Fig. 6/116: Production of the corrugated strip.



Obr. 6/117: Meandrovitý pásek byl vytvarován do kruhu a na koncích spájen dohromady. Po té se poloviny složily, vložil se mezi ně meandrovitý pásek a přidala stříbrná pájka. Foto J. Sobek.

Fig. 6/117: The corrugated strip is shaped to form a ring. Both ends are soldered together. The two halves were then placed around the corrugated strip ring and soldered together with a silver-copper solder. Photo: J. Sobek.



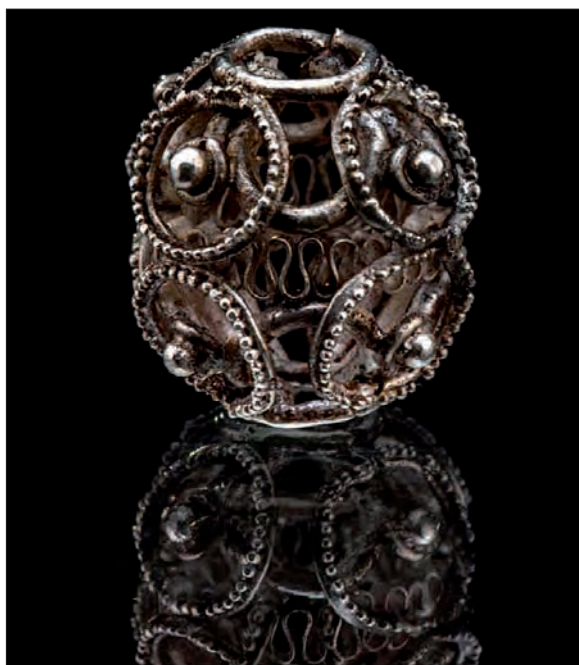
Obr. 6/118: Pájení polokoulí. Foto J. Sobek.

Fig. 6/118: Soldering of both hemispheres. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/119: Pájení kroužků na tělo perly. Foto J. Sobek.

Fig. 6/119: Soldering of rings with granules on the bead's body. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/120: Hotová kopie perly. Foto M. Frouz

Fig. 6/120: Finished copy of the bead. Photo: M. Frouz

6.2.4. ZHOTOVENÍ KOPIE PERLY H53-18

6.2.4.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o perlu kulovitého tvaru se šesti kuželovitými puklicemi, která se skládá ze dvou stejných polokoulí. Je zhotovena z plechu a dekorována stáčeným a tordovaným filigránovým drátem. Filigránový drát je tvarován do smyčkovitých motivů. Otvor v perle je opatřen kroužkem, který je ještě po obvodu ozdoben filigránovým drátem. Také puklice jsou v místě pájeného spoje a na povrchu dekorovány filigránovým drátem. Ve středech smyčkovitého filigránového motivu na hlavní plechové kouli jsou umístěny granule (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 110–111).

6.2.4.2. TECHNOLOGIE

Perla byla zhotovena vystřížením dvou kol z plechu na základní kouli a šesti menších pro zhotovení puklic. Plechy byly tvarovány pomocí olověné jamkovnice a čakanů. Do dvou polokoulí tvořících plášť perly byly jehlou zhotoveny otvory a hrany zabroušeny brouskem. Následně byla na zabroušené plochy nanášena difuzní pájka, umístěny kroužky kolem otvorů v polokoulích a takto sestavená perla pájena. Po pájení vznikla koule opatřená kroužky. Vždy na jednu polokouli perly byly umístovány tři puklice a pájeny. Stejný postup bylo nutné dodržet i na druhé polovině perly. Po připájení následovala výzdoba pomocí filigránového drátu; nejprve byly pájeny kroužky kolem výstupků v prostoru místa spoje a následně i voluty na základní kouli. Dále pokračovalo připájení volut na puklice a na závěr pájení granulí do volut. Perla byla očištěna a vyleštěna.

6.2.4.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Perla byla zhotovena za 22 hodin a její hmotnost ze stříbra je 4,70 gramu. Perla je velice precizně zpracována, náročnější bylo zhotovení plechových puklic a jejich připájení. Dekorace byla provedena dvěma druhy filigránového drátu umístěnými v pájených spojích, které byly náchylné na defekty (například část nedopájené puklice) a jež dekorace filigránovým drátem velmi dobře skryla. Dekoraci tedy v tomto případě řemeslník použil i jako funkční prvek. Výzdoba se nalézá též na jiných místech, například na puklicích, kde již plní pouze dekorativní funkci a je doplněna granulami. Šlo o zručného šperkaře.

Vzhledem ke tvarové i výzdobné složitosti je možné usuzovat, že tato perla byla na výrobu jednou z nejnáročnějších. Byly na ni použity dva druhy filigránového drátu, složitá plechová konstrukce s puklicemi a granulace. Perla má také vyšší hmotnost. Z toho vyplývá, že šlo o velmi hodnotný předmět.



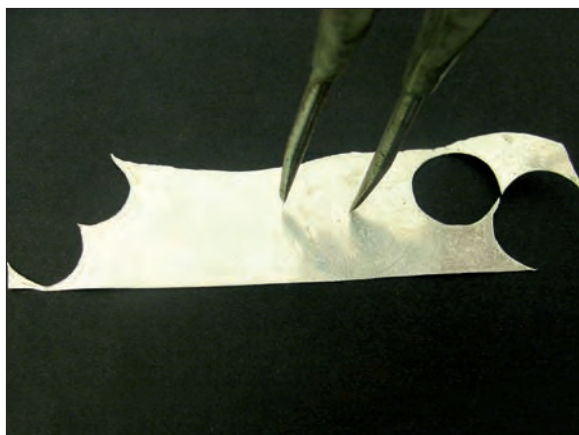
Obr. 6/121: Originální šperk – perla H53-18. Foto J. Sobek.

Fig. 6/121: Original jewel – bead H53-18. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/122: Originální šperk – perla H53-18. Foto J. Sobek.

Fig. 6/122: Original jewel – bead H53-18. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/123: Předkreslení tvaru na plech.
Fig. 6/123: Tracing circles on a sheet.



Obr. 6/124: Vystřihnutí kola plechu.
Fig. 6/124: Cutting the discs out of the sheet.



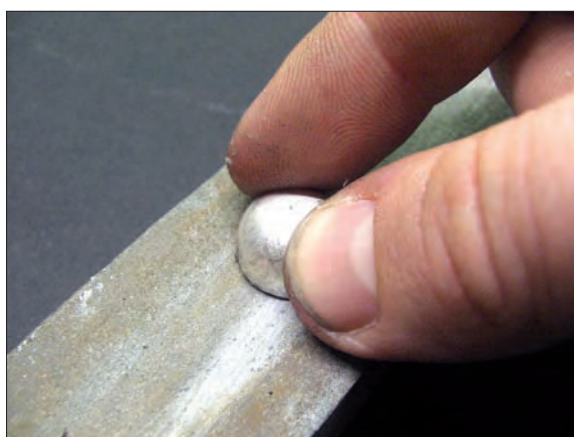
Obr. 6/125: Žihání materiálu před tvářením.
Fig. 6/125: Annealing of the material before its shaping.



Obr. 6/126: Tepání čakanem v jamkovnici.
Fig. 6/126: Embossing the hemisphere in the lead block with a dapping punch.



Obr. 6/127: Tepání puklic v jamkovnici.
Fig. 6/127: Embossing the hemispheres on the lead block.



Obr. 6/128: Zabroušení nerovného povrchu polokoule tak, aby na sebe obě poloviny správně dosedaly.
Fig. 6/128: Grinding of uneven surface of the hemisphere so that both halves fit close together.



Obr. 6/129: Zabroušení nerovného povrchu puklice tak, aby správně dosedal na kulatý tvar perly a bylo možné jej připájet.

Fig. 6/129: Grinding of the boss's uneven surface so that it closely fits the bead's hemispheres and can be soldered together.



Obr. 6/130: Pohled na polotovary potřebné ke kompletaci šperku; profilované půlkoule, puklice, kroužky, filigránové dráty a granule.

Fig. 6/130: Semi-finished products necessary for completion of the jewel, profiled hemispheres, bosses, rings, filigree wires and granules.



Obr. 6/131: Vytlačení otvoru do obou polovin perly.

Fig. 6/131: Piercing the hemispheres.



Obr. 6/132: Pájení polovin a kroužků najednou.

Fig. 6/132: Soldering of both hemispheres and rings together.



Obr. 6/133: Pohled na perlu po pájení.

Fig. 6/133: The bead after soldering.



Obr. 6/134: Pohled na puklice umístěné na polokouli s difúzní pájkou.

Fig. 6/134: Bosses are placed on the bead with powder of malachite and gum tragacanth.



Obr. 6/135: Vložení tordovaného drátu do místa spoje polovin perly.

Fig. 6/135: Setting of the twisted wire ring on the joint of the bead's both halves forming the bead.



Obr. 6/136: Umístění filigránového drátu na perlu s nanesením difuzní pájky.

Fig. 6/136: Placing of the filigree wire on the bead by application of powder of malachite and gum tragacanth.



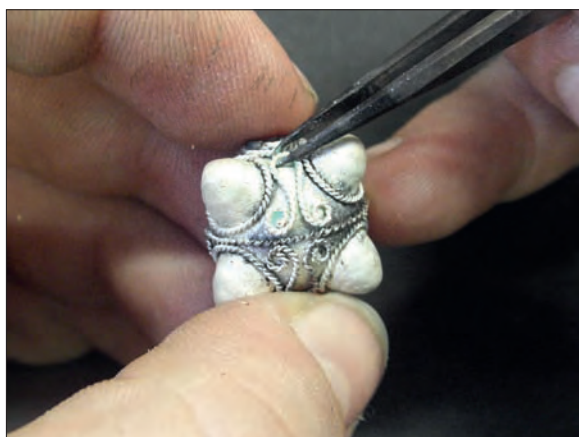
Obr. 6/137: Pájení filigránu na tělo perly.

Obr. 6/137: Soldering the filigree rings to the bead.



Obr. 6/138: Nanesení difuzní pájky na filigránový drát.

Fig. 6/138: Application of a mixture of powdered malachite and tragacanth gum on the filigree wire.



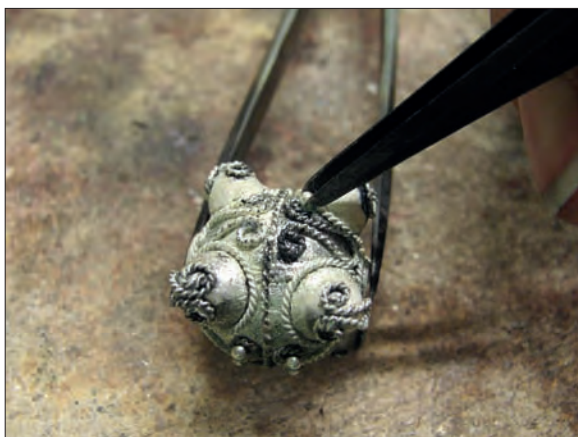
Obr. 6/139: Umístění filigránu na tělo perly.

Fig. 6/139: Application of filigree on the bead's body.



Obr. 6/140: Pájení filigránové výzdoby.

Fig. 6/140: Soldering of the filigree decoration.



Obr. 6/141: Uložení granule na tělo perly, do filigránové výzdoby s difuzní pájkou.

Fig. 6/141: Setting of a granule in the filigree decoration on the bead's body by application of powder of malachite and gum tragacanth.



Obr. 6/142: Pohled na hotovou perlu. Foto M. Frouz.

Fig. 6/142: Finished bead. Photo: M. Frouz.



Obr. 6/143: Pohled na hotovou perlu. Foto M. Frouz.

Fig. 6/143: Finished bead. Photo: M. Frouz.

6.3. RÝHOVANÉ (TEPANÉ) GOMBÍKY

Jde o gombíky s rýhovaným či tepaným dekorem, v archeologické terminologii tepané gombíky. Gombíky z pohřebiště v Lumbeho zahradě jsou i větší, o průměru přibližně od cca 23 mm do cca 46 mm. Většinou jsou zhotovené z mědi a s povrchovou úpravou zlacením, ale v menším počtu jsou zastoupeny též stříbrné gombíky.

Velmi zajímavé je, že se jednotlivé gombíky mohou lišit způsobem výroby. Zjistilo se, že u většiny gombíků zhotovených z mědi a zlacených v místech dělicí roviny perfektně navazuje dekor, a je patrné, že byl zhotoven až po spájení polovin a vyplnění prostoru gombíku plnivem proti propadu stěny při rýhování či tepání. Tento postup popíšeme u gombíku H104-2. Stříbrný gombík H115-6 byl zhotoven podobnou technologií, ale postupné kroky při výrobě se odlišovaly. V některých místech dekoru bylo patrné, že se rýhování dělalo z vnitřní strany polokoule, například ve středu hřbetu stylizované palmety nebo ve hřbetu geometrického pásku (*Obr. 6/158*). Nebylo tedy možné spájet poloviny s vyplněním tmelem s následným rýhováním dekoru, protože se muselo provést rýhování i z vnitřní strany poloviny. Ovšem odlišný postup tento proces umožňoval. Tento gombík byl zhotoven vytlačněním dekoru do polovin před spájením, aby bylo možné rýhováním vyzdobit i jeho vnitřní stranu. Teprve když byl dekor zhotoven, byl v dělicí rovině sesazen a poloviny spájeny s následným vyplněním tmelem a jemným doretušováním dělicí roviny. Tyto postupy podrobněji popíšeme v následujícím textu.

6.3.1. EXPERIMENTÁLNÍ ZHOTOVENÍ KOPIE GOMBÍKU H115-6

6.3.1.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU.

Jde o stříbrné párové gombíky zdobené rýhovaným dekorem. Na gombíku je patrný stylizovaný zoomorfní dekor s vyobrazením ptáčka se stylizovaným rostlinným ornamentem v podobě listu, palmety. Rostlinné a zoomorfní motivy jsou odděleny geometrickým motivem v podobě širšího pásku. Tím vzniknou kosočtverečná pole, ve kterých je umístěn zoomorfní motiv. Vzniklý prostor mezi kosočtverečnými poli je vyplněn rostlinným motivem, který se po obvodu šperku třikrát opakuje. Na horní části gombíku je umístěn úchyt, na spodní vyobrazen řecký (maltézský) křížek. Gombík H115-6 původně dosahoval cca výšky 52 mm a průměru cca 66 mm, průměr ouška činil 11,8 mm. Gombík H115-7 měl původně cca 53 mm a průměr 65 mm, průměr ouška 12 mm. Rozměry obou gombíků uvádíme proto, že celkový dekor a velikost byly rekonstruovány z obou gombíků vzhledem k degradaci originálních šperků (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 188–189; *Šejvolová – Ottenwelter – Frolík 2014*).

6.3.1.2. PRŮZKUM TECHNOLOGIE VÝROBY DEKORU NA GOMBÍKU

Gombíky H115-6 a H115-7 jsou párové, tj. mají stejný motiv. Při proměrování identických částí motivu byly zjištěny mírné velikostní odchylky v různých částech dekoru (řádově cca 1 až 2 mm). Vzhledem k této skutečnosti bylo možno usoudit, že jednotlivé polokoule nebyly zhotoveny vyražením dekoru, neboť ražený dekor do formy by byl stejně velký na obou gombících ve stejných částech ornamentu.

Na gombíku byly dále nalezeny drobné rýhy v dekoru a přesahy po nástroji, které vznikly buď tepáním, nebo rýhováním. Kdyby šlo o tepání pomocí čakanu a kladiva, stopa po nástro-



Obr. 6/144: Originální šperk – gombík H115-6. Foto J. Sobek.

Fig. 6/144: Original jewel – *gombik* (button) H115-6. Photo: J. Sobek.

ji by nebyla tak plynulá a pravděpodobně by byl materiál v některých částech protěpán skrz vzhledem k tloušťce plechu 0,2–0,3 mm. Rýhy v dekoru jsou plynulé a přesahy odpovídají vyjetí nástrojem ven z motivu protažením. Proto pravděpodobně jde o ruční vytlačení dekoru. Jako nejlepší varianta tedy připadá v úvahu vytlačení pomocí tupé jehly, která řemeslníkovi umožňuje dobře kontrolovat nástroj a vyvarovat se proděravění tenké stěny plechu.

6.3.1.3. TECHNOLOGIE

Z připraveného plechu byla vystřížena dvě kola o potřebném průměru, která bylo nutné před tvářením nejprve vyžít. Následovalo vytepání jednotlivých polokoulí, před nímž se testovaly různé podklady a tepací nástroje, například tepání na olověné či dřevěné jamkovnici. Na počátku práce se nejlépe osvědčila olověná podložka a tepání kladivem s půlkulatou tepací hlavou. Jamky v olověné jamkovnici byly zpočátku mělké a postupně byly prohlubovány až do jamky půlkulaté s protikusem (čakanem). Při tepání bylo nutné materiál žítat, aby se odstranilo pnutí vznikající při tváření materiálu a zamezilo vzniku trhlin. V místech, kde byl materiál nejvíce namáhán, bylo potřeba pracovat opatrně vzhledem k malé tloušťce materiálu, aby se neroztrhl nebo plech příliš neztenčil. Právě tato místa jsou na originálních špercích nejvíce poškozena. Pro konečné dotvarování polokoule byla použita dřevěná jamkovnice s protikusem (dřevěným čakanem). Po vytvarování byly polokoule vyžítány a jejich povrch začištěn brusným papírem, popřípadě mohlo být použito nějaké volné brusivo na kousku kůže. Ještě bylo nutné polokoule před tvorbou dekoru leštit. Následovalo předkreslení motivu na polokouli. Tento krok mohl být učiněn i předkreslením tenké linky ostrou jehlou na povrch gombíku, protože při jemném předrysování nebudou linky na hotovém výrobku patrné. Dekor byl vytlačen tupou leštěnou jehlou umístěnou do dřevěného držátka. Předtím bylo potřeba nejprve polokouli natmelit zahřátím tmelu, který podrží její stěnu, aby se při vytlačování dekoru nedeformovala. Tupou jehlou byly z vnějšku vytlačovány rýhy podle nákresu, poté byla polokoule sejmuta zahřátím z tmelky a vyžítána, čímž byly odstraněny i zbytky tmelu. Rýhování se také dělalo z vnitřní strany polokoule podložené voskovou podložkou. Ta byla následně opět přitmelena a rýhována z vnější strany kvůli vytvoření dvojité linky. Dále byl dekor opět tupou jehlou, ale její leštěnou hranou mírně plasticky tvarován. Po vystínování jednotlivých částí byly polokoule



Obr. 6/145: Originální šperk – gombík H115-6. Foto J. Sobek.

Fig. 6/145: Original jewel – gombik H115-6. Photo: J. Sobek.



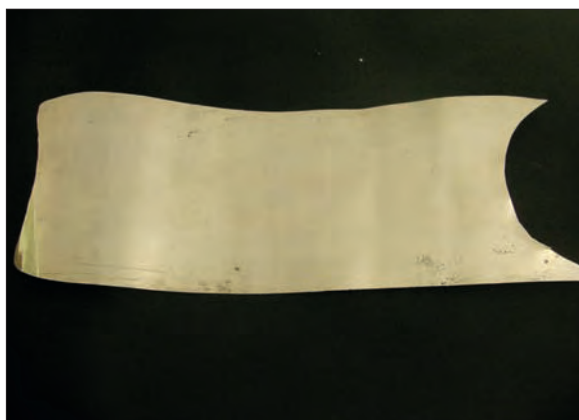
Obr. 6/146: Originální šperk – gombík H115-6. Foto J. Sobek.

Fig. 6/146: Original jewel – gombik H115-6. Photo: J. Sobek.

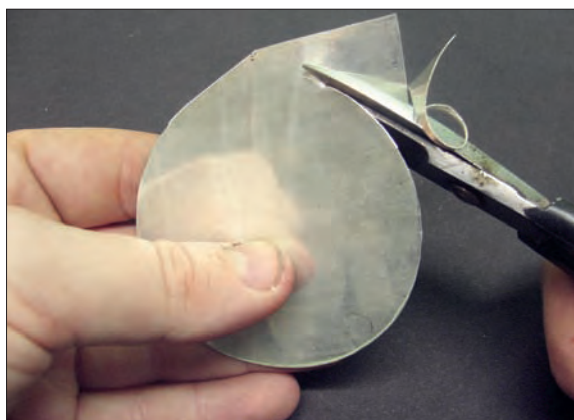
opět sejmuty z tmelu a v některých místech reliéfu, kde bylo potřeba, ještě zvýrazněny vytlačáním kontur z vnitřní strany polokoule na voskové podložce. Rýhování dekoru z vnitřní a vnější strany bylo k vytvoření tohoto gombíku nutné. Před dalším krokem byla polokoule opět vyžihána a natmelená na tmel. Opět tupou jehlou byl dekor vytečkován a dotvořen zoomorfní motiv. Tečkování se muselo dělat s ohledem na tloušťku stěny polokoule, aby nebyl plášť gombíku perforován. Při tečkování byla tato místa mírně deformována a bylo nutné je odtmelit a vyrovnat z vnitřní strany např. nehtem. Po dotvarování byla polokoule přešetřena kouskem kůže a plochy zbrušeny na pískovcovém brousku tak, aby na sebe přesně dosedly. Do jedné polokoule byl jehlou vytvořen otvor pro umístění úchytu.

K vytvoření úchytu byl nejprve zhotoven drát protažením v průvlastku. Následovalo jeho natočení na vřeteno o potřebném průměru a kroužek se odstříhl. Takto byl zhotoven ještě menší kroužek, který je navléknut na závlačku. Závlačka byla vytvořena z drátu o potřebném průměru roztepáním pomocí kladiva na ocelové podložce s vypilovanou drážkou trojúhelníkovitého tvaru.

Po vytvoření všech částí gombíku se polokoule pájely dohromady. Vznikla tedy koule s otvorem pro úchyt, jímž se do ní nalil zahřátý tmel, který při zchladnutí ztuhl. Tento postup byl nutný pro retuše gombíku v místě pájeného spoje. Nalitím tmelu do vnitřní části se tenká stěna gombíku neborťí při dotlačení dekoru. Pokud by se dekor propadl, pravděpodobně by jej šlo velmi obtížně vyrovnat. Po retuších byl tmel opět roztaven, vylit a připájen úchyt. Tomuto postupu nasvědčuje i skutečnost, že u originálů (obou gombíků) závlačka nebyla ve vnitřku gombíku rozevřena (originály byly velmi degradované, a tudíž bylo možno do vnitřku nahlédnout).



Obr. 6/147: Plech pro zhotovení plechových polokoulí.
Fig. 6/147: Sheet used for the production of the hemispheres.



Obr. 6/148: Z plechu bylo vystřiženo kolo.
Fig. 6/148: A disc is cut from the sheet.



Obr. 6/149: Pohled na vystřižené kolo. Pro zhotovení jednoho gombíku bylo zapotřebí dvou kol.
Fig. 6/149: Cut disc; Two discs are needed to produce a *gombik*.



Obr. 6/150: Tepání poloviny gombíku se dělalo pozvolna od kraje plechu do středu na olověné podložce s předtapanou mělkou jamkou.
Fig. 6/150: The disc blanks are placed over the depression formed in the lead block and are hammered down to force the disc into the depression from the disc's edge to its centre.



Obr. 6/151: Při práci byla jamka v olovu prohlubována tak, aby vyhovovala při tvarování plechu. Postup byl stejný, tepalo se od kraje do středu plechu.

Fig. 6/151: The depression in the lead block was progressively deepened during shaping.



Obr. 6/152: Pohled na polovinu gombíku při tepání.

Fig. 6/152: *Gombík's* half in the course of the hammering.



Obr. 6/153: Tepání poloviny v jamce pomocí čakanu a palice.

Fig. 6/153: Hammering of the hemisphere in the depression with a dapping punch and a mallet.



Obr. 6/154: Pohled na formu s čakanem.

Fig. 6/154: Mould and corresponding embossing tool.



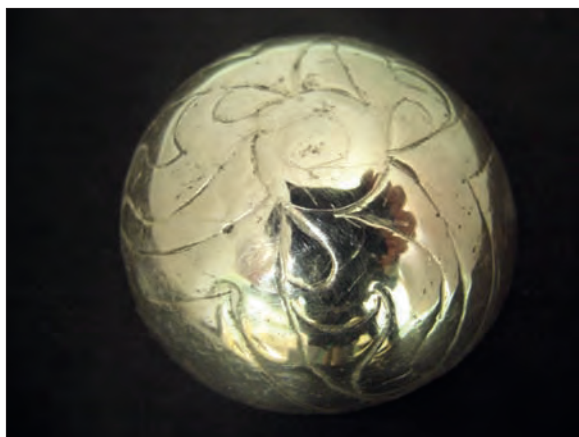
Obr. 6/155: Poloviny gombíku jsou již vytvarovány do potřebného tvaru.

Fig. 6/155: The *gombík's* hemispheres shaped in the required shape.



Obr. 6/156: Po předkreslení čar ocelovým hrotem v dřevěném držáku se dekor rýhuje.

Fig. 6/156: The chased decoration is done with a steel liner in a wooden handle and follows the pattern of the previously sketched lines.



Obr. 6/157: Po předrýhování tupým ocelovým hrotem je polokoule sejmuta z tmelu a očištěna.

Fig. 6/157: After sketching the pattern with a blunt-ended liner, pitch is removed from the inside of the hemisphere and the hemisphere is cleaned.



Obr. 6/158: Ve vnitřní části polokoule se prohloubí dekor směrem ven, vedle jsou již rýhy z předchozího kroku.

Fig. 6/158: The chased decoration is outlined by repoussé work from the reverse side.



Obr. 6/159: Po natmelení na tmelku byly linky zdvojeny.

Fig. 6/159: The lines are redoubled after filling the item with pitch.



Obr. 6/160: Stínování ploch mezi geometrickým ornamentem gombíku.

Fig. 6/160: Shading of areas between the gombik's geometric ornamentation.



Obr. 6/161: Stínování geometrické výzdoby gombíku se opět dělalo tupým hrotem.

Fig. 6/161: Shading of the *gombik's* geometric ornamentation; was again done with a blunt-ended punch.



Obr. 6/162: Stínovaný dekor je nutné ještě doretušovat z vnitřní strany.

Fig. 6/162: It is necessary to retouch the shaded decoration from the inner side.



Obr. 6/163: Pohled na vytečkování reliéfu.
Fig. 6/163: Dot impression.



Obr. 6/164: Pohled na již hotové poloviny gombíku.
Fig. 6/164: Finished halves of the *gombik*.



Obr. 6/165: Zhotovení otvoru do jedné z polokoulí gombíku.
Fig. 6/165: Piercing the upper hemisphere.



Obr. 6/166: Pájení polovin gombíku.
Fig. 6/166: Soldering of both halves of the *gombik*.



Obr. 6/167: Dalším krokem bylo zhotovení úchytu tvarováním kroužku úchytu podle kulatiny.
Fig. 6/167: Next step represents forming of the loop by shaping a ring around a round mandrel.



Obr. 6/168: Přeš spoj kroužku byl přehnut pásek trojúhelníkového profilu.
Fig. 6/168: The loop ends are covered with a triangular profiled strip forming a clamp.



Obr. 6/169: Na úchyt byl navléknut malý kroužek.
Fig. 6/169: A small ring is put around a clamp.



Obr. 6/170: Úchyt byl umístěn do otvoru s difuzní pájkou a pájen.
Fig. 6/170: The clamp is placed in the perforation on the upper hemisphere and soldered to it.

6.3.1.4. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Výroba tohoto šperku trvala přibližně 119 hodin a jeho hmotnost je 15 gramů stříbra.

Zhotovení gombíku mohl zvládnout jenom velmi zručný řemeslník, který při práci vynikal precizností a trpělivostí. Musel si dávat velký pozor, aby neudělal nějakou chybu. Technicky náročné bylo už jen pouhé vytváření polokoulí tepáním vzhledem k velmi tenké stěně plechu a velikosti gombíku. Šperk byl velice precizně vypracován ve všech konturách dekoru a jeho zhotovení tedy trvalo dlouhou dobu, i když byla technika práce na dekoru poměrně jednoduchá. Další technologicky náročnou operací bylo pájení gombíku. Řemeslník s ním musel mít dostatečné zkušenosti. Gombík je velký a celá jeho plocha musela být při pájení rovnoměrně zahřívána. Musel si dát pozor, aby se na některém místě gombík nepřehřál a neroztavil, což mohlo nastat zejména při pájení velkých polokoulí. Z těchto důvodů je zřejmé, že šlo o velmi náročný a nákladný šperk.

Uvedený postup se kvůli své náročnosti pravděpodobně používal ojedinelé. U většiny ostatních šperků se postupovalo způsobem popsaným u gombíku H104-2. Zásadní je volba posloupnosti jednotlivých kroků.

Gombík vyniká precizním zpracováním dekoru do nejmenších detailů, technologickou náročností a v neposlední řadě i svou velikostí a hmotností. Jde jednoznačně o elitní šperk. Na výrobu tohoto typu rýhovaných gombíků podobné velikosti se většinou používala měď s povrchovou úpravou zlacení. Také výbava hrobu H115 je velice bohatá.



Obr. 6/171: Připájený úchyt.
Fig. 6/171: Soldered suspension system.



Obr. 6/172: Pohled na hotový gombík. Foto J. Sobek.
Fig. 6/172: Finished gombik. Photo: J. Sobek.

6.3.2. ZHOTOVENÍ KOPIE GOMBÍKU H104-2

6.3.2.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o měděný zlacený gombík zdobený tepaným motivem tří křížových listovců. Gombík má průměr 23,4 mm a průměr ouška 7,8 mm (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 175–176).

6.3.2.2. PRŮZKUM TECHNOLOGIE VÝROBY DEKORU NA GOMBÍKU

Jde o párový gombík. Porovnáním těchto párových gombíků (H104-2, H104-3) se zjistilo, že se dekor na některých místech liší svou velikostí, a proto nebyl vyražen pomocí formy, ale zhotoven ručně nástroji. V místě pájeného spoje na sebe dekor dokonale navazuje a na některých místech jsou patrné stopy po tepání pomocí čakanu. Stěna gombíku je nepatrně tlustší než u gombíku H115-6, a proto bylo možné tepat bez obav, že se jeho stěna proděraví. Patrně byl tedy vyroben tepáním do již spájené koule s vnitřkem vyplněným tmelem. Nasvědčuje tomu i dokonalý přechod reliéfu v pájeném spoji. Reliéf je plastičtěji tvarovaný a pouze vytlačení jehlou jako u gombíku H115-6 by nebylo možné docílit takové hloubky v poměru k velikosti gombíku. Dekor je jednodušší a není tak precizně zpracován jako u gombíku H115-6. Technologii zhotovení odpovídá nejpoužívanějšímu typu tepaných gombíků.

6.3.2.3. TECHNOLOGIE

Z plechu byla vystřížena dvě kola o potřebném průměru. Před tvářením se materiál žíhal. Následovalo vytepání polokoulí v olověné jamkovnici pomocí čakanu. Do jedné polokoule byl zhotoven otvor a hrany polokoulí byly zabroušeny na brousku. Následovalo spájení polokoulí pomocí stříbrné pájky (*Ottewelter – Děd – Barčáková* v tomto svazku) a začištění povrchu spájené koule. Otvorem byl do vnitřku gombíku nalit roztavený tmel, a když ztuhl, byl jehlou předkreslen dekor gombíku. Gombík byl ještě natmelen zespod na tmel (*Obr. 179*) a reliéfně tvarován pomocí čakanu a kladiva. Po vytepání části bylo vždy nutné gombík odtmelit z podložky, přitmelit druhou stranou a tepat. Reliéfní výzdoba byla rovněž tepána čakanem. Na závěr byl jehlou vytečkován dekor v nižších místech reliéfu, tmel vylit a byl připájen úchyt. Nakonec byl gombík povrchově upraven zlacením amalgámem zlata. Tento postup nebyl replikován z důvodu toxicity výparů rtuti. Zlacení se dělalo současnou metodou galvanického pokovení.



Obr. 6/173: Originální šperk – gombík H104-2. Foto J. Sobek.

Fig. 6/173: Original jewel – gombík H104-2. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/174: Originální šperk – gombík H104-2. Foto J. Sobek.

Fig. 6/174: Original jewel – gombík H104-2. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/175: Polotovary připravené pro výrobu gombíku.

Fig. 6/175: Semi-finished items used for production of the *gombík*.



Obr. 6/176: Zhotovení otvoru v jedné polokouli gombíku.

Fig. 6/176: Making an opening in one of the *gombík's* hemisphere.



Obr. 6/177: Pájení polovin gombíku pomocí stříbrné pájky.

Fig. 6/177: Soldering of the *gombík's* halves with a hard silver-copper solder.



Obr. 6/178: Vnitřek gombíku byl vyplněn tmelem, dekor gombíku předryhován jehlou.

Fig. 6/178: The *gombík's* was filled with pitch to avoid deformation during chasing with a tracer punch.



Obr. 6/179: Tepání gombíku pomocí čakanu a kladiva, celý gombík byl ještě přitmělen na tmelovou podložku.

Fig. 6/179: The chased decoration was performed with punches and hammer. The *gombík* was placed on a pitch block.



Obr. 6/180: Detail po tepání plochým čakanem.

Fig. 6/180: Detail of the chased decoration.



Obr. 6/181: Reliéf byl na některých místech prohlouben vytepáním.

Fig. 6/181: In some places, the relief was deepened by hammering.



Obr. 6/182: Vytečkování dekoru pomocí jehly.

Fig. 6/182: Dot impressions were done with a pointed punch.



Obr. 6/183: Umístění úchytu do otvoru po odstranění tmelu z vnitřku gombíku.

Fig. 6/183: Fitting of the suspension system in the opening, after removal of the pitch placed inside the *gombik*.



Obr. 6/184: Pájení úchytu pomocí stříbrné pájky.

Fig. 6/184: Soldering of the suspension system with a silver-copper hard solder.



Obr. 6/185: Hotový pozlacený gombík

Fig. 6/185: Finished gilded *gombik*.

6.3.2.4. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Výroba tohoto gombíku trvala 30 hodin a jeho hmotnost je 5,13 gramu. V porovnání s gombíkem H115-6 se může zdát, že nepoměr mezi časem, za který byl zhotoven, je příliš velký, ale gombík H104-2 má menší průměr, je zpracováván odlišným postupem a hlavně nedosahuje takové kvality zpracování reliéfu. Šperkař příliš nebral zřetel na přesné rozložení dekoru. Také tepaný ornament je jednodušší, takže jej byl schopen zhotovit i průměrný zlatník.

Gombík je běžnějšího typu (*Ottenwelter – Děd – Barčáková* v tomto svazku). Tepaných gombíků z mědi a zlacených je více a jejich kvalita zpracování se může velmi lišit. Tento je výzdobou jednodušší, ale vzhledem k povrchové úpravě zlacením měl svou cenu.

Na těchto gombících se velmi dobře odrážela zručnost a zkušenost řemeslníka, který je zhotovoval. Někdy můžeme na jejich povrchu pozorovat až neuvěřitelně dokonalou propracovanost a žasnout nad šikovností zhotovitelů. U jiných naopak vidíme křivé linky, nepřesnosti, přesahy po nástroji a jiné defekty. Ale i tyto šperky nám mohou mnoho říci o technologii výroby a o středověkém řemeslníkovi či módních požadavcích člověka té doby.

6.4. NÁUŠNICE

V další části textu zmíníme různé typy náušnic, které se liší svou konstrukcí, hmotností, složitostí i materiálem. Jde o „pseudobubínkové“ náušnice skládané ze dvou vytepaných polovin, bubínkové náušnice složené z více bubínků, například ze sedmi skládaných bubínků, z nichž každý sestává ze dvou polokoulí. Dále popíšeme náušnice zoomorfního tvaru z asymetrických polovin, na něž bylo potřeba zhotovit dvě formy s čakanem na rozdíl od symetrických, které je možné po vytepaní zrcadlově překloupat, a proto stačí pouze jedna forma. Budeme se také věnovat hrozníčkovitým náušnicím.

6.4.1. ZHOTOVENÍ KOPIE NÁUŠNICE H82-5

6.4.1.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o stříbrnou „pseudobubínkovou“ náušnici se šesti spojenými bubínky, mezi nimiž se nahoře uvnitř kruhu náušnice nachází půlkruhový segment. Bubínky i segment jsou lemovány granulovanou linií ve dvou řadách. Bubínky jsou dekorovány křížky s trojúhelníkovitými rameny, v horní části segmentu je očko a pod ním tři granulované trojúhelníky. Spodní bubínek chybí. Tvar náušnice byl zjištěn z fotografie před vyjmutím náušnic z hrobu na nalezišti. Byly velmi poškozené a většinu nebylo možné je vyndat kompletní, ale díky fotografické dokumentaci jejich uložení v hrobě H82 před vyjmutím bylo alespoň možno určit původní tvar. Maximální dochovaná výška je 21 mm, šířka 21 mm a průměr drátu 1,4 mm (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 149–150).

6.4.1.2. TECHNOLOGIE

Při výrobě náušnice byly nejprve zhotoveny polotovary, plech, drát, kroužky a granule. Tělo náušnice bylo zhotoveno z plechu vytepaním pomocí kladiva a ocelového čakanu na olovené podložce s předtepaným tvarem náušnice. Stejným čakanem byla vytepana i forma do olova. Byly vytvořeny dvě plechové poloviny. Z těchto polotovarů bylo nutné ještě odstříhnout či odseknout přebytečný materiál a zabrousit na kamenném brousku. Na místa pájeného spoje byla nanášena difuzní pájka a poloviny byly spájeny. Do těla náušnice byly ocelovou jehlou zhotoveny otvory pro provléknutí drátu.

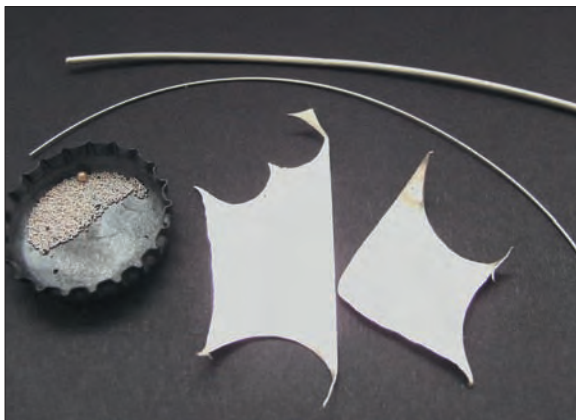
V další fázi výroby šperku byly polotovary kompletovány. Do otvorů těla náušnice byl navléknut drát a jeho ztenčená část vložena do těla náušnice. Při roztepání na menší průměr se drát se prodloužil a ztenčil v té části náušnice, která posléze nebude vidět, pravděpodobně kvůli úspoře drahého kovu. Na drát byly v místě otvorů těla náušnice ještě navléknuty kroužky, nanášena difuzní pájka a provedeno pájení. Na místa pájeného spoje se naskládaly malé granule ve dvou řadách, přidala difuzní pájka a pak následovalo jejich pájení. Granule mohou být vyskládány pouze na jednu stranu s následným pájením, a proto se postup opakuje i na druhé straně náušnice. Po té byly nanášeny granule do prohlubní mezi jednotlivé předěly mezi granulemi v jedné řadě. Nejprve na jedné straně s difuzní pájkou a následným pájením, pak se proces zopakoval na druhé straně náušnice. Dále byly granule vykládány na jednotlivé bubínky do podoby křížků skládajících se z trojúhelníků a pájení se opakovalo. Po připájení všech granulí se náušnice očistila a vyleštla.



Obr. 6/186: Originální šperk – náušnice H82-5.
Fig. 6/186: Original jewel – earring H82-5.



Obr. 6/187: Originální šperk- náušnice H82-5.
Fig. 6/187: Original jewel – earring H82-5.



Obr. 6/188: Polotovary pro zhotovení náušnice; plech, drát a granule.
Fig. 6/188: Semi-finished products of the earring, sheet, wire and granules.



Obr. 6/189: Vytepání potřebného tvaru formy do olova pomocí ocelového čakanu.
Fig. 6/189: Forming the required depression in the lead block with a dapping punch.



Obr. 6/190: Na formu se položí plech a pomocí ocelového čakanu a kladiva se vytepá profil náušnice.
Fig. 6/190: A sheet is placed over the shaped depression and the earring's profile is hammered with a dapping punch and a hammer.



Obr. 6/191: Detailní pohled na tepání stříbrného plechu.
Fig. 6/191: Detail of the hammering of the silver sheet.



Obr. 6/192: Vytepané poloviny těla náušnice.
Fig. 6/192: Hammering of half of the earring's body.



Obr. 6/193: Přesahy plechu je možné odstříhnout nůžkami nebo odseknout sekáčem na tvrdší podložce.
Fig. 6/193: Excess sheet is cut away with scissors or chop off with a chisel on a hard pad.



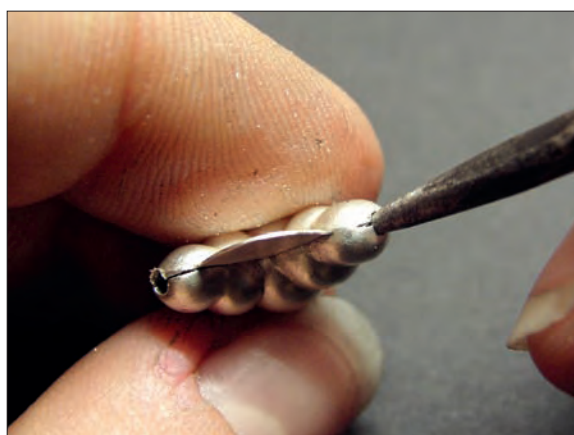
Obr. 6/194: Zabroušení poloviny těla náušnice.
Fig. 6/194: Grinding of half of the earring's body.



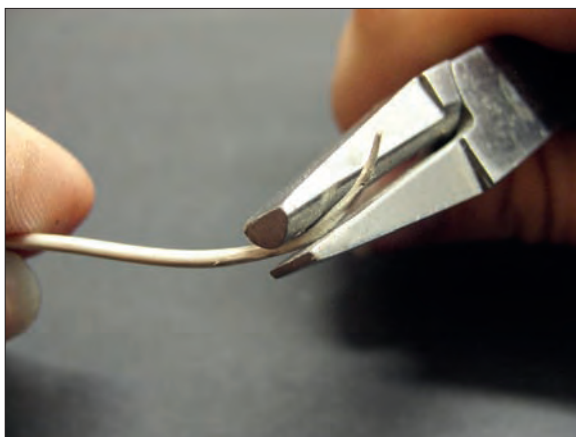
Obr. 6/195: Obě poloviny po zabroušení; na jedné polovině je vystřížen půlkruhový segment náušnice.
Fig. 6/195: Both halves after grinding; a semi-circular plate was left on one of the earring's half.



Obr. 6/196: Na místa spoje je nanese difuzní pájka, poloviny jsou k sobě fixovány drátem. Následuje jejich pájení.
Fig. 6/196: The diffusive solder is applied on the joint and both halves are fixed together with a wire. Both halves are then soldered together.



Obr. 6/197: Zhotovení otvorů jehlou.
Fig. 6/197: Making of openings with a needle.



Obr. 6/198: Tvarování drátu kleštěmi.
Fig. 6/198: Shaping of the wire with a pair of pliers.



Obr. 6/199: Drát je umístěn do těla náušnice.
Fig. 6/199: The wire is placed in the earring's body.



Obr. 6/200: Kolem otvorů v těle náušnice jsou umístěny kroužky s přidáním difuzní pájky.
Fig. 6/200: Small rings are placed around openings in the earring's body by application of powder of malachite mixed with tragacanth.



Obr. 6/201: Následně se drát s kroužky připájí.
Fig. 6/201: Subsequently, the wire is soldered together with the small rings.



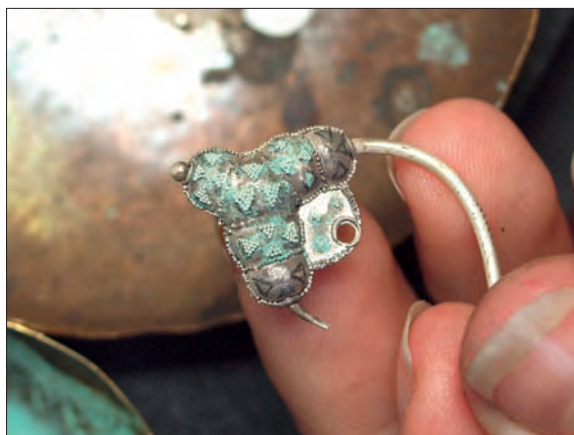
Obr. 6/202: Na místa pájeného spoje jsou naskládány malé granule ve dvou řadách, přidá se difuzní pájka a poté následuje pájení.
Fig. 6/202: Small granules are placed in two rows over the joint, attached by application of powder of malachite mixed with gum tragacanth and soldered.



Obr. 6/203: Nanesení granulí do prohlubní reliéfu s difuzní pájkou.
Fig. 6/203: Setting of granules between the pseudo-globes by application powder of malachite mixed with gum tragacanth.



Obr. 6/204: Pájení náušnice.
Fig. 6/204: Soldering of the earring.



Obr. 6/205: Vyskládání granulí na tělo náušnice.
Fig. 6/205: Setting of granules on the earring's body.



Obr. 6/206: Pohled na vyskládané granule s následným pájením.
Fig. 6/206: Placed granules and following soldering.



Obr. 6/207: Pohled na náušnici poté, co byl dotvarován a odstřížen její drát .
Fig. 6/207: View of the earring; shaping of the wire is finished and the wire is then cut off.



Obr. 6/208: Hotový šperk.
Fig. 6/208: Finished jewel.

6.4.1.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Výroba náušnice trvala přibližně 23 hodin a její hmotnost je 2,62 gramu stříbra. Je sestavena ze dvou plechových polovin, které bylo nutné udělat přesné, aby bylo možné je spasovat dohromady. Forma tedy musela být dobře zhotovena. Plech náušnice byl velmi tenký, měl pouze 0,1 mm, a kvůli tomu bylo obtížné pájet jemnou granulaci. Řemeslník musel zpracování tak tenkého plechu a práci s ním velmi dobře ovládat. Již při mírném přehřátí hrozilo, že se plech velmi rychle roztaví a předmět znehodnotí. Granulace musela být precizně vyskládána a opatrně pájena tak, aby se dekor nesesypal, nerozházal nebo se granule se vlivem příliš vysoké teploty na povrchu šperku neutopily či část šperku neroztavila.

U tohoto typu jde o složitější náušnici s velmi jemným dekorem granulací, která byla náročná na zhotovení. S přihlédnutím k hrobové výbavě a počtu těchto náušnic v hrobu ji můžeme považovat za elitní šperk.

6.4.2. ZHOTOVENÍ KOPIE BUBÍNKOVÉ NÁUŠNICE H53-2

6.4.2.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o stříbrnou pozlacenou bubínkovou náušnici (*Ottenwelter – Děd – Barčáková* v tomto svazku). Čtyři bubínky navlečené na drátu jsou spojené a dva bubínky ve střední části jsou připojené pomocí pásku. V místech mezi páskem a bubínky je vložena dekorace jemnými granulemi ve tvaru křížů složených z trojúhelníků. Boční strany jsou vyzdobeny linií granulí ve dvou řadách. Na vrchním a spodním bubínku jsou dvě velké granule. Výška náušnice je 26 mm, šířka 18,6 mm a průměr drátu 0,9 mm (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 109–110).

6.4.2.2. TECHNOLOGIE

Nejprve byly z plechu, drátu a granulí zhotoveny polotovary náušnice. Z plechu byla vystřižena kolečka a pomocí kladiva a ocelového čakanu vytepána na olověné podložce. K výrobě jedné šestibubínkové náušnice bylo vytvořeno 12 polokoulí bubínků. Do plechových polokoulí se udělal otvor pomocí jehly a polokoule byly zabroušeny na brousku. Na místa spoje byla nanášena difuzní pájka a polokoule byly spájeny. Takto vznikly jednotlivé bubínky s otvory pro provléknutí drátu, který byl vyroben protahováním v průvzlaku. Roztepáním drátu vznikl plochý pásek. Granule byly zhotoveny výše popsanou technikou.

V další fázi výroby šperku byly kompletovány vytvořené polotovary. Na drát náušnice byly navléknuty čtyři bubínky, po spájení byly do středu pomocí plechového pásku vloženy ještě dva bubínky a opět se pájelo difuzní pájkou. Pak následovalo pájení dekorace granulemi na bočních stranách náušnice vždy po jedné straně tak, aby se po naskládání granulí s difuzní pájkou dekor nesesypal. Na závěr byly na bubínky na přední straně náušnice naskládány granule s difuzní pájkou do tvaru křížků složených z trojúhelníků a znovu se pájelo, taktéž na druhé straně náušnice. Na závěr byl předmět vytvarován do požadovaného vzhledu, očištěn a vyleštěn.



Obr. 6/209: Originální šperk – bubínková náušnice H53-2. Foto J. Sobek.

Fig. 6/209: Original jewel – globular earring H53-2. Photo: J. Sobek.

Povrchová úprava zlacení pomocí amalgámu zlata se z důvodu toxicity rtuti a jejích výparů nedělala. Práce s amalgámem zlata vyžaduje splnění bezpečnostních norem, které nebylo možné zajistit.

6.4.2.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Výroba náušnice ze stříbrného materiálu trvala 28 hodin a její hmotnost je 2,2 gramu. Při zpracování tenkého plechu bylo nutné velké opatrnosti jak při pájení plechových částí, tak při pájení dekorace granulací. Granulace byla zhotovena z velkého množství malých granulí.

Celkové provedení stříbrné zlacené šestibubínkové náušnice H53-2 je velmi precizní. Výzdoba granulací odpovídá velikosti granulí, je dodržena symetrie dekoru, podařilo se zabránit spájení skupiny granulí, popřípadě utopení výzdoby při pájení. Řemeslník musel být velice zručný a pečlivý, když dokázal zpracovat materiál tak kvalitně a náušnici pozlatit, že vypadala jako zlaté náušnice pocházející z uvedeného hrobu. Vzhledem k preciznímu zpracování jde o elitní šperk.



Obr. 6/210: Polotovary pro zhotovení náušnice; plech, drát a granule. Foto J. Sobek.

Fig. 6/210: Semi-finished products for production of the earring, sheet, wire and granules. Photo: J. Sobek.



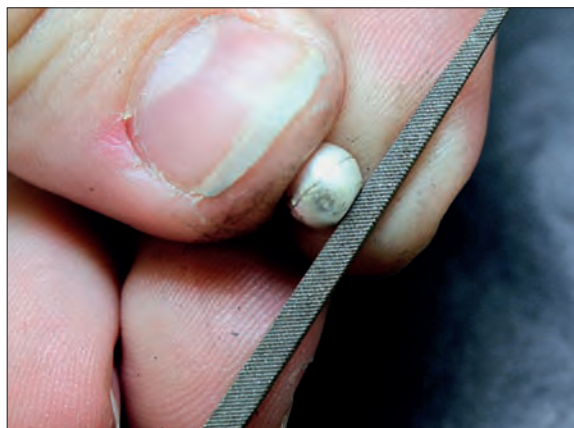
Obr. 6/211: Nanášení difuzní pájky na hranu polokoule s následným spasováním s druhou polovinou. Foto J. Sobek.

Fig. 6/211: Application of powder of malachite mixed with gum tragacanth on the hemisphere's edge and subsequent fitting with the other half. Photo: J. Sobek.



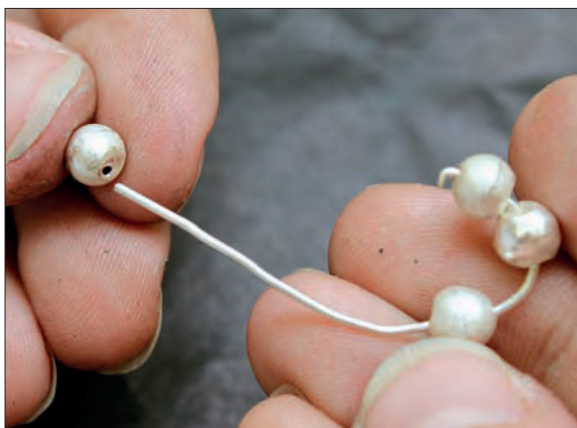
Obr. 6/212: Pájení bubínku. Foto J. Sobek.

Fig. 6/212: Soldering of the globe. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/213: Zabroušení bubínku v místě, kde dosedá na další bubínek. Foto J. Sobek.

Fig. 6/213: Filling of the globe in the area of joint with another globe. Photo: J. Sobek.



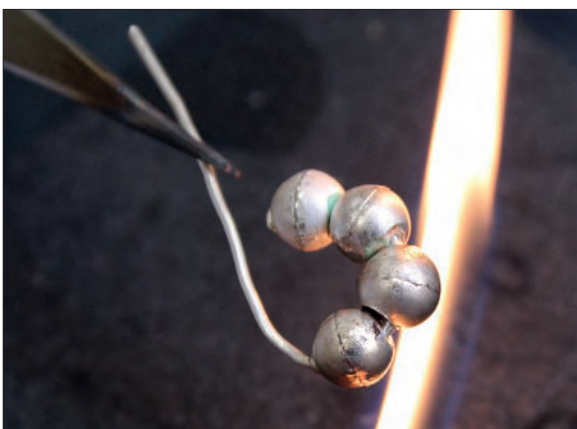
Obr. 6/214: Navléknutí bubínků na drát. Foto J. Sobek.

Fig. 6/214: Threading the globes on the wire. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/215: Nanášení difuzní pájky do prostoru spoje jednotlivých bubínků. Foto J. Sobek.

Fig. 6/215: Application of powder of malachite mixed with gum tragacanth on the joining areas between individual globes. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/216: Pájení bubínků náušnice. Foto J. Sobek.

Fig. 6/216: Soldering of the earring's globes. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/217: Pásek byl navléknut do jednoho bubínku. Foto J. Sobek.

Fig. 6/217: The clamp is thread through one globe. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/218: Pájení plochého drátu do bubínku. Foto J. Sobek.

Fig. 6/218: Soldering of the clamp in the globe. Photo: J. Sobek.



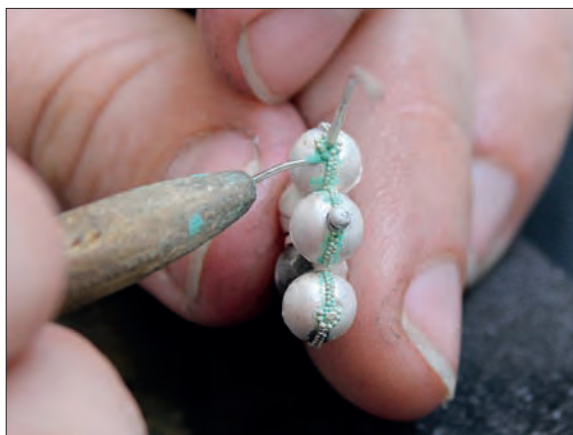
Obr. 6/219: Navléknutí druhého bubínku na pásek. Foto J. Sobek.

Fig. 6/219: Putting the second globe on the clamp. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/220: Následuje pájení bubínek k náušnici.
Foto J. Sobek.

Fig. 6/220: Globes are soldered together. Photo:
J. Sobek.



Obr. 6/221: Postup vyskládání dekoru granulace. Foto
J. Sobek

Fig. 6/221: Process of setting the granulation decoration.
Photo: J. Sobek.



Obr. 6/222: Pájení výzdoby granulace. Foto J. Sobek.

Fig. 6/222: Soldering of the granulation decoration.
Photo: J. Sobek.



Obr. 6/223: Vyskládání a pájení dekorativní granulace.

Fig. 6/223: Setting and soldering of the granulation decoration.



Obr. 6/224: Hotový šperk.

Fig. 6/224: Finished jewel.

6.4.3 ZHOTOVENÍ KOPIE BUBÍNKOVÉ NÁUŠNICE H53-4

6.4.3.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Jde o zlatou sedmibubínkovou náušnici (*Ottenwelter – Děd – Barčáková* v tomto svazku). Na drát jsou navlečeny čtyři kulovité bubínky a mezi ně vloženy tři bubínky spojené. Náušnice je dekorována jemnou granulací v prostoru mezi bubínky, na těle bubínků vyskládanou do tvaru křížů složených z trojúhelníků. Boční strany jsou vyzdobeny granulací. Na vrchním a spodním bubínku jsou umístěny dvě velké granule. Výška náušnice je 35 mm, šířka 16,6 mm a průměr drátu 0,8 mm (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 109–111).

6.4.3.2. TECHNOLOGIE

Pro výrobu náušnice byly nejprve vyrobeny polotovary, tj. plech, drát a granule. Z plechu byla vystřižena kolečka a pomocí kladiva a ocelového čakanu vytepana na olověné podložce. K vytvoření jedné sedmibubínkové náušnice bylo zhotoveno 14 polokoulí, do těch se udělal otvor pomocí jehly a poté byly polokoule zabroušeny na brousku. Na místa pájeného spoje byla nanášena difuzní pájka a polokoule byly spájeny. Takto vznikly jednotlivé bubínky s otvory pro provléknutí drátu. Tři bubínky byly spájeny do řady tak, že byly v místě budoucího pájeného spoje napilovány a do něj nanášena difuzní pájka. Takto připravené tři bubínky byly umístěny do kleští a spájeny. Drát byl zhotoven protahováním v průvlastku, granule výše popsanou technikou.

V další fázi výroby šperku byly kompletovány vytvořené polotovary. Na drát náušnice byly navléknuty jednotlivé bubínky i spájený trojbubínek. Poté byla do spoje bubínků nanášena difuzní pájka a následovalo pájení. Takto zhotovená náušnice byla dekorována vyskládáním granulí ve spoji bubínků, opět se přidala difuzní pájka a pájelo se. U druhé strany náušnice se proces opakoval. Následovalo pájení dekorace granulemi na bočních stranách náušnice vždy po jedné straně tak, aby se po naskládání granulí s difuzní pájkou dekor nesepal. Na závěr byly na bubínky na přední straně náušnice naskládány granule s difuzní pájkou a provedeno pájení, stejně jako na její druhé straně. Drát náušnice byl vytvarován do požadovaného tvaru.

Postup výroby náušnice H53-4 se v některých bodech shoduje s výrobou náušnice H53-2, viz *Obr. 6/210* až *Obr. 6/212*

6.4.3.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

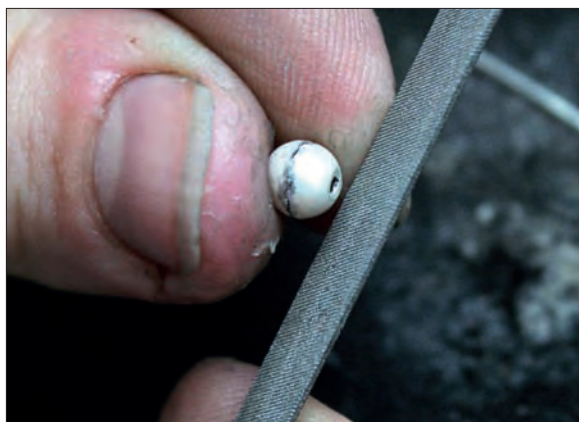
Náušnice byla zhotovena za 30 hodin a její hmotnost je 2,49 gramu. K výrobě kopie bylo z úsporných důvodů použito pouze stříbro. Technologie zpracování zůstala stejná jako při práci se zlatou slitinou. Náušnice měla jednoznačně velkou hodnotu, od precizního zpracování po všech stránkách, počínaje konstrukcí a granulovanou výzdobou konče.

Zlatá sedmibubínková náušnice je zhotovená z elektra, slitiny zlata a stříbra a mědi. Hodnotu šperku určuje již použití drahého materiálu. Zpracování je velmi precizní, jak dokládá dodržení přesné velikosti malých granulí v perfektním vyskládání a pájení dekoru. Jednoznačně jde o elitní šperk, který mohl vytvořit pouze vynikající řemeslník.



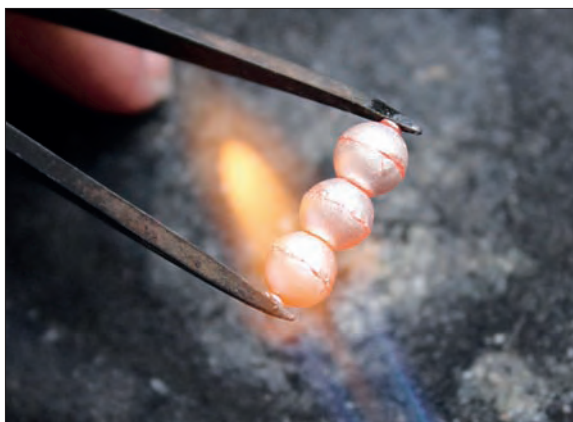
Obr. 6/225: Originální šperk – bubínková náušnice H53-4. Foto J. Sobek.

Fig. 6/225: Original jewel – globular earring H53-4. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/226: Zabroušení bubínku v místě, kde doseďá na následující bubínek. Takto byly zabroušeny i ty ostatní. Foto J. Sobek.

Fig. 6/226: Grinding of globes joining areas. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/227: Do prostoru spoje bubínek byla nanášena difuzní pájka, bubínky byly opatrně složeny dohromady, umístěny do kleští a spájeny do řady o třech bubíncích. Foto J. Sobek.

Fig. 6/227: Powder of malachite mixed with gum tragacanth was applied on the globes' joints; the globes were carefully put together, maintained in position with pliers and soldered together in a row of three globes. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/228: Nanášení difuzní pájky do prostoru spoje jednotlivých bubínek. Foto J. Sobek.

Fig. 6/228: Application of solder between the globes. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/229: Pohled na pájení bubínek náušnice k sobě. Foto J. Sobek.

Fig. 6/229: Soldering of the earring's globes together. Photo: J. Sobek.



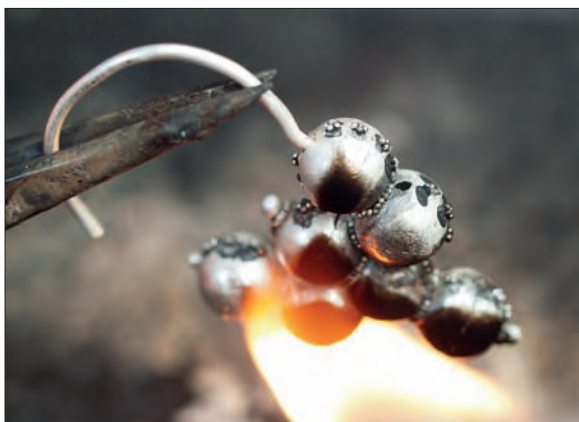
Obr. 6/230: Pohled na náušnici po pájení granulace mezi bubínky.

Fig. 6/230: Earring after soldering of granules between the globes.



Obr. 6/231: Vyskládání granulí na boční stranu náušnice opět s nanášením difuzní pájky.

Fig. 6/231: Setting of granules on the earring's lateral side by application of powder of malachite mixed with gum tragacanth.



Obr. 6/232: Pájení výzdoby granulací na boční straně.
Fig. 6/232: Soldering of granulated decoration on the lateral side.



Obr. 6/233: Postupné vyskládání granulace na jednu stranu náušnice.
Fig. 6/233: Gradual setting of granules on one side of the earring.



Obr. 6/234: Dekor byl vyskládán difuzní pájkou.
Fig. 6/234: Decoration was attached by application of powder of malachite mixed with gum tragacanth.



Obr. 6/235: Granulace se pájela vždy po jedné straně.
Fig. 6/235: Soldering of granulation is always performed first on one side, than the other.



Obr. 6/236: Hotová náušnice.
Fig. 6/236: Finished earring.

6.4.4. ZHOTOVENÍ KOPIE BUBÍNKOVÉ NÁUŠNICE H16-6

6.4.4.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Zlatá náušnice má tři zoomorfí bubínky ve tvaru zvířecích hlaviček (pravděpodobně koňských hlav), které jsou navlečeny na drát kruhového profilu; ten je zde roztepán do čtyřhranného profilu. V místě bubínek je na něm patrná granulace, většinou řada tří až čtyř granulí, které je jistily tak, aby se po drátu nepohybovaly. Krajiní bubínky jsou na straně fixovány pájeným věncem granulí. Bubínky jsou protáhlé do zužujícího se hrotu s velmi dobře patrnými švy v místě pájení polovin. Ouška jsou zhotovena z plochého pásku, který je protažen otvorem v úzké části bubínku, na obou koncích je stočen do očka a tak v otvorech fixován. Na vnější straně se nachází granulovaná výzdoba tvořená třemi proužky složenými z dvojitých řad granulí. Střední pruh granulí jde od týlu až po hrot, dva postranní od týlu až k ouškům. Výška náušnice je 14,4 mm, průměr drátu 0,7 mm a délka bubínku 9,1 mm (*Smetánka – Frolík 2014*, s. 65–68).

6.4.4.2. TECHNOLOGIE

Výroba náušnice začala zhotovením polotovarů, tj. plechu, drátu a granulí. Nejprve byl připraven drát o potřebném průměru protahováním v průvlaku, jenž byl poté pomocí kladiva a kovadliny na jednom konci roztepán do čtyřhranného profilu a zkrácen na potřebnou délku. Na náušnici byl použit ještě plochý pásek, který byl roztepán z drátu pomocí kladiva na kovové podložce. Plechové bubínky náušnice byly vytvořeny tepáním z plechu ve dřevěné formě s dřevěným čakanem. Formy musely být dvě – zrcadlové – a bylo nutné je vyřezat poměrně přesně, aby na sebe poloviny kvůli následnému pájení navazovaly. Po vytepání byly poloviny pomocí nůžek zastřiženy a spasovány tak, aby na sebe nasedaly.

V další fázi se vytvořené polotovary kompletovaly. Ostrou jehlou byly zhotoveny dva otvory vždy do poloviny bubínku. Jeden posloužil i k navléknutí na drát náušnice, druhý k umístění dekorace (oušek) páskem plechu. Poloviny byly opatřeny difúzní pájkou a ještě k sobě připevněny plechovým páskem, který byl na jedné straně tvarován kulatými kleštěmi do spirály a navléknut do otvoru v polovinách segmentu. Navléknutý plochý pásek byl na druhém konci opět stočen do spirály, aby se docílilo dobré fixace polovin. Následovalo pájení segmentu, což bylo poměrně náročné vzhledem k tloušťce plechu 0,1 mm. Potom se vyskládaly granule ve dvou řadách nahoře, tj. mezi dekoraci z plochého pásku. Následně byl poskládán dvojitý pásek granulí na jednom boku, přidala se difúzní pájka, a následovalo pájení; totéž se udělalo na druhém boku bubínku. Tímto způsobem byly zhotoveny všechny tři bubínky na náušnici.

Na drát náušnice, který byl kvůli upevnění na jednom konci ohnut pomocí kleští do tvaru malého háčku, byly navléknuty všechny tři bubínky. Kolem otvoru posledního navlékaného segmentu byly umístěny granule s difúzní pájkou a pájením zafixovány na jednom místě. Malými granulami (tři až čtyři kusy) byl zpevněn i prostor mezi jednotlivými bubínky. Na závěr byla náušnice očištěna a vyleštěna.



Obr. 6/237: Originální šperk – bubínková náušnice H16-6. Foto J. Sobek.

Fig. 6/237: Original jewel – zoomorphic globular earring H16-6. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/238: Polotovary pro zhotovení náušnice; plech, drát a granule. Foto J. Sobek.

Fig. 6/238: Semi-finished products of the earring, sheet, wire and granules. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/239: Postup výroby náušnice od plechu po náušnici. Foto J. Sobek.

Fig. 6/239: Process of production of earring from sheet to the finished jewel. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/240: Vytepání profilované části jedné poloviny segmentu ze stříbrného plechu. Foto J. Sobek.

Fig. 6/240: Hammering of the silver sheet to a tear shaped half. Photo: J. Sobek.



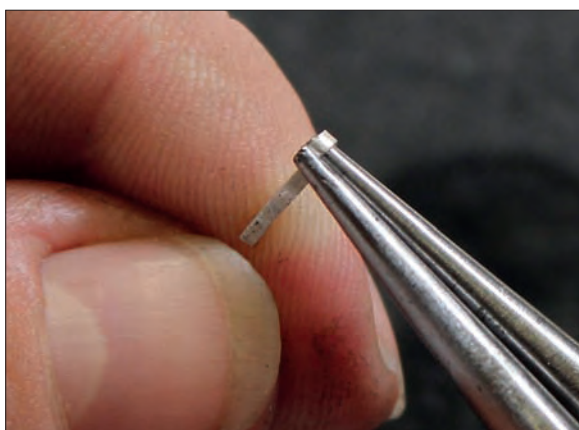
Obr. 6/241: Zastřížení přebytečného materiálu kolem profilované poloviny segmentu. Foto J. Sobek.

Fig. 6/241: Cutting off the excess of material around the tear shaped half. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/242: Pohled na symetrické poloviny.

Fig. 6/242: Two different wooden dies are necessary to obtain symmetrical halves. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/243: Tvarování pásku plechu kulatými kleštěmi. Foto J. Sobek.

Fig. 6/243: Shaping a strip of metal with a pair of rounded pliers. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/244: Pásek je provléknut otvorem v segmentu. Foto J. Sobek.

Fig. 6/244: The strip is threaded through an opening in the half. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/245: Na styčné plochy polovin je nanесena difuzní pájka. Foto J. Sobek.

Fig. 6/245: Joining areas are covered with powder of malachite mixed with gum tragacanth. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/246: Poloviny jsou spasovány, uchyceny do kleští a pájeny. Foto J. Sobek.

Fig. 6/246: Both halves are maintained in position with pliers and soldered. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/247: Na místa pájeného spoje na pohledové vrchní části jsou nanесeny drobné granule ve dvou řadách a přidána difuzní pájka. Foto J. Sobek

Fig. 6/247: Two rows of granules are soldered on the joining area on the back of the mices. Photo: J. Sobek.



Obr.6/ 248: Pájení boční řady granulí na bubínku. Foto J. Sobek.

Fig. 6/248: Soldering of lateral rows of granules. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/249: Drát náušnice je na konci vytvarován do háčku, který po navléknutí na drát zafixuje bubínky před připájením. Foto J. Sobek.

Fig. 6/249: End of the earring's wire is shaped as a small hook to fix the shapes on the central wire prior to the soldering. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/250: Navléknutí bubíneků na drát. Foto J. Sobek.

Fig. 6/250: Threading of the mices on the central wire. Photo: J. Sobek.



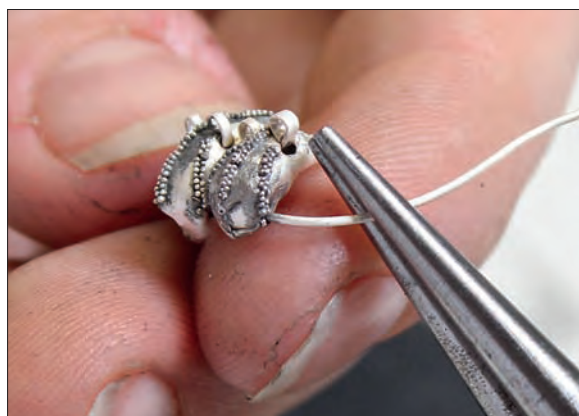
Obr. 6/251: Pájení malých granulí, které fixují bubínky. Foto J. Sobek.

Fig. 6/251: Soldering of small granules used to maintain the mices in position. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/252: Detail bubíneků po umístění na drát. Foto J. Sobek.

Fig. 6/252: Mices after their threading on the central wire. Photo: J. Sobek.



Obr. 6/253: Vytvarování drátu náušnice. Foto J. Sobek.

Fig. 6/253: Shaping of the earring's wire. Photo: J. Sobek.

6.4.4.3. KOPIE A ZHODNOCENÍ ŠPERKU

Výroba náušnice trvala 17 hodin, její hmotnost je 1,86 gramu. K vytvoření repliky se použilo stříbro místo zlata, ze kterého je zhotoven originální šperk. Náušnice je velmi jemně zpracována už od samých komponent. Jelikož jsou bubínky zrcadlově symetrické, bylo zapotřebí udělat dvě zrcadlově orientované formy; spasovat k sobě poloviny vytepané ve dvou formách bylo značně náročné. K zamaskování spoje bubínku v pájeném místě na jeho pohledové straně se proto využilo granulované výzdoby. Opět byl použit tenký plech, a tudíž hrozilo, že se předmět při pájení roztaví. Z uvedeného popisu vyplývá, že šlo o složitý šperk, řemeslník musel vynikat ve zpracování materiálu a bravurně využil granulace k maskování míst, kde byl patrný spoj bubínku.



Obr. 6/254: Drát je zkrácen na potřebnou délku. Foto J. Sobek.

Fig. 6/254: The wire is shortened on the required length. Photo: J. Sobek.

Zlatá tříbubínková zoomorfní náušnice byla zhotovena z elektra (slitiny zlata a stříbra a mědi). Jde o velmi pěkně zpracovaný šperk, použití zlatého materiálu je zvládně jenným zpracováním všech komponent. Vzhledem k hodnotě materiálu, složitosti zpracování a hrobové výbavě jednoznačně jde o elitní šperk. V hrobu bylo nalezeno celkem 13 kusů těchto náušnic.



Obr. 6/255: Dokončená náušnice. Foto J. Sobek. **Fig. 6/255:** Finished earring. Photo: J. Sobek.

6.4.5. ZHOTOVENÍ KOPIE HROZNÍČKOVITÉ NÁUŠNICE H115-14

Dalším typem raně středověkého šperku jsou hrozníčkovité náušnice, ze kterých jsme vybrali několik těch, jež se odlišovaly technikami či složitostí výroby jednotlivých kusů. Rozhodli jsme se pro čtyři precizně vytvořené náušnice ze dvou hrobů H84 a H115. Náušnice se liší zpracováním jednotlivých detailů, velikostí a hmotností, což mohlo naznačovat, že je v nestejném časovém období zhotovili různí řemeslníci, nebo byly dovezeny z jiné lokality.

6.4.5.1. POPIS ORIGINÁLNÍHO ŠPERKU

Stříbrná hrozníčkovitá náušnice kruhového tvaru o výšce 28,5 mm a šířce 24 mm, průměru drátu 1,5 mm je vytvarována z drátu kruhového profilu a ve spodní, dekorované části roztepána do čtyřhranného profilu. Tento díl je ozdoben dvěma uzlíky na okrajích, mezi kterými je vytvořena dekorace z kroužků a granulí. Ve středu oblouku jsou umístěny oboustranný hrozníček. Tyto dvě části jsou zhotoveny z granulí spájených do kroužků, seskládány na sebe v několika řadách a navíc ještě opatřeny kroužky a granulí (Smetánka – Frolík 2014, s. 186–190).

6.4.5.2. TECHNOLOGIE

Nejprve byly připraveny polotovary náušnice. Po zhotovení drátu o potřebném průměru byl jeho jeden konec roztepán do čtyřhranného profilu a zkrácen na potřebnou délku. Tak vznikl základní nosný prvek náušnice. Kroužky a granulě byly zhotoveny výše popsanou technikou.

Drát byl zpracován do požadovaného tvaru a na roztepanou část čtyřhranného profilu byly připájeny dva uzlíky skládající se z dvojice kroužků a granulí spájených do kroužku.



Obr. 6/256: Originální šperk – náušnice H115-14. **Fig. 6/256:** Original jewel – grape-shaped earring H115-14.