

ELŻBIETA NOSEK

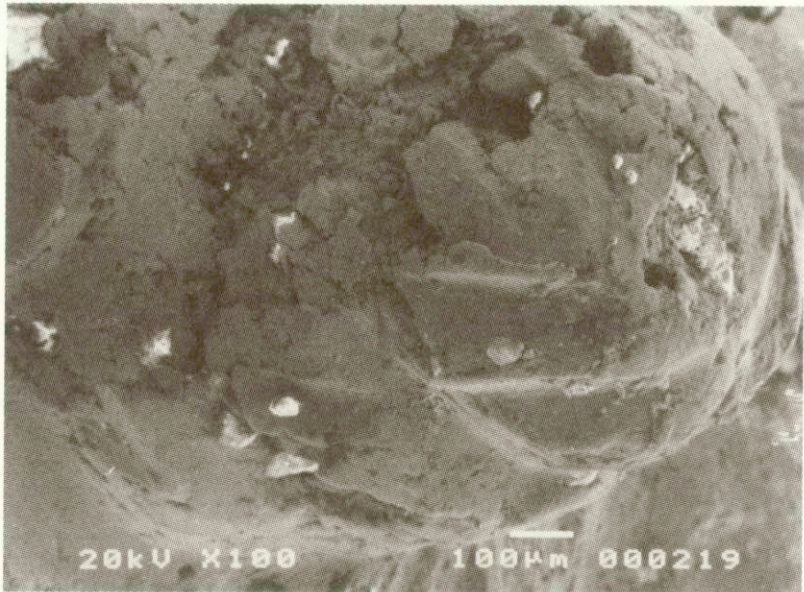
TECHNOLOGIA WYKONANIA ZAUSZNIC Z PACIORKAMI Z WIŚLICY

1. WSTĘP

Zespół srebrnych zausznic z paciorkami został odkryty w czarnej warstwie noszącej ślady pożaru. Fakt ten wpłynął w istotnym stopniu na stan zachowania ozdób. Wszystkie ozdoby zostały odkryte w stanie uszkodzonym. Obok zausznic stosunkowo dobrze zachowanych, oznaczonych numerami 1 do 4 znaleziono kilkanaście fragmentów zausznic, w tym 5 paciorków o różnym stopniu uszkodzenia, 5 fragmentów kabłąków z opłotami oraz pojedyncze opłoty.

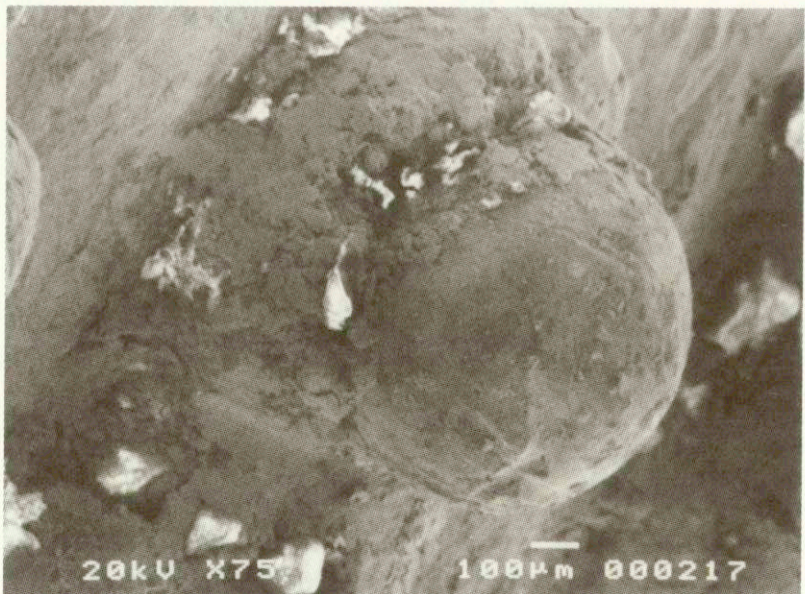
Na powierzchni srebra utworzyła się pod wpływem wysokiej temperatury i otaczającego środowiska (piasek, wapno, sole sodowe) warstewka miękkiego szkliwa, która pozornie połączyła poszczególne elementy zausznic, z drugiej strony zatarła detale ich budowy.

Usunięcie szkliwa z powierzchni paciorków okazało się bardzo trudnym zabiegiem. Próby jego chemicznego rozpuszczenia nie dały pozytywnych rezultatów. Pozostało jedynie mechaniczne podważanie warstewki zeszkliwionej. Zabiegi te mimo przeprowadzania ich pod mikroskopem łączyły się z ryzykiem odspojenia granulek od podłoża. Na ryc. 1 zamieszczono fragment paciorka z granulką pokrytą nawarstwieniami. Ta sama granulka po częściowym usunięciu zewnętrznej warstewki pokazana jest na ryc. 2. Widać wyraźnie znaczne zmniejszenie wymiarów granulki oraz częściowo odsłonięty pierścień, na którym osadzono granulkę. Na ryc. 4 widoczna jest granulka w trakcie usuwania szkliwa. Podczas tego zabiegu kilka granulek odspoiło się od podłoża, odsłaniając jasno zieloną warstewkę zalegającą pod ich spodem. Zielony osad przeznaczono do analizy, której wyniki będą omówione niżej.



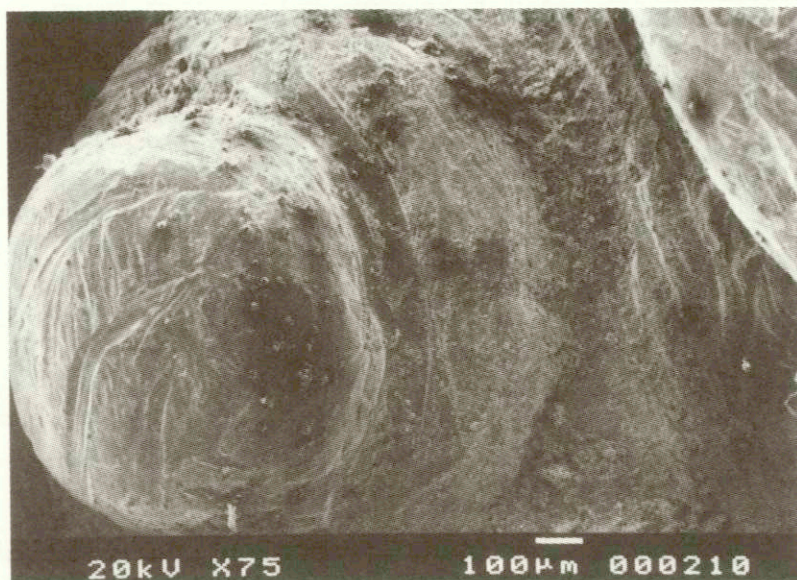
Ryc. 1. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Fragment paciorka z granulkami pokryty nawarstwieniami. SEM. Fot. A. Rakowska.

Fig. 1. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. Fragment of the bead with granules covered by deposit layers. SEM. Photo A. Rakowska.



Ryc. 2. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Granulka z ryc. 2 po częściowym usunięciu zewnętrznej warstewki szkliva. SEM. Fot. A. Rakowska.

Fig. 2. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. The granule from Fig. 2 after removing a part of the glaze layer. SEM. Photo A. Rakowska.



Ryc. 3. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Granulka w trakcie usuwania szkliwa. SEM. Fot. A. Rakowska.

Fig. 3. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. The granules during removing of the glaze. SEM. Photo A. Rakowska.

Celem uniknięcia ryzyka oderwania granulek, zdecydowano się ograniczyć zakres konserwacji i usuwać szkliwo tylko do momentu uwidocznienia detali budowy paciorków.

2. BADANIA ANALITYCZNE

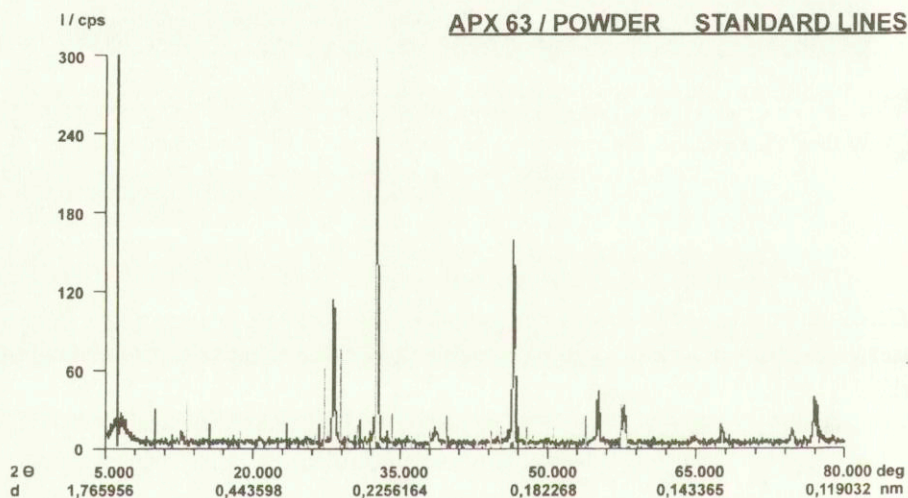
Do określenia składu chemicznego i technologii wykonania wytypowano fragmentarycznie zachowane paciorki zausznic 4 i 7a–7d oraz fragmenty kabłąków z opłotami. Do badania chemicznego pobrano próbki z granulek, kabłąka i blaszki zausznicy 4 oraz z paciorka zausznicy 7b. Analizę chemiczną przeprowadzono metodą spektrofotometrii absorpcyjnej AAS. Wyniki analizy zestawiono w tabeli 1.

Podstawowym pierwiastkiem w stopie, z którego wykonano zausznice jest srebro. Zawartość srebra waha się od 94.9% (kabłąk zausznicy 3) do 97.12% Ag (granulka zausznicy 3). Miedź, ołów, cynk i złoto są domieszkami, przy czym Zn i Au występują w ilościach śladowych nie przekraczających kilkadziesiąt ppm (30 ppm Zn w kabłąku zausznicy 3, 34 i 31 ppm Zn w granulkach kolczyków 3 i 7b, 34 ppm Au w kabłąku i 78 ppm Au w granulce kolczyka 3). Obserwuje się niewielkie różnice w zawartości miedzi

Tabela 1. Wyniki analizy chemicznej AAS srebrnych ozdób z Wiślicy.
Table 1. Results of the AAS analysis of the silver ornaments from Wiślica.

Ozdoba	Cu [%]	Pb [%]	Zn [ppm]*	Au [ppm]	Ag [%]
zausznica 3					
blaszka	3.32	0.12	25	32	
kabłączek	3.66	0.14	30	34	96.2
granulka	2.80	0.08	34	78	
zausznica 7b					
blaszka	2.90	0.09	31	32	96.5
granulka	3.60	0.12	33	25	

* ppm = 1 tysięczna %



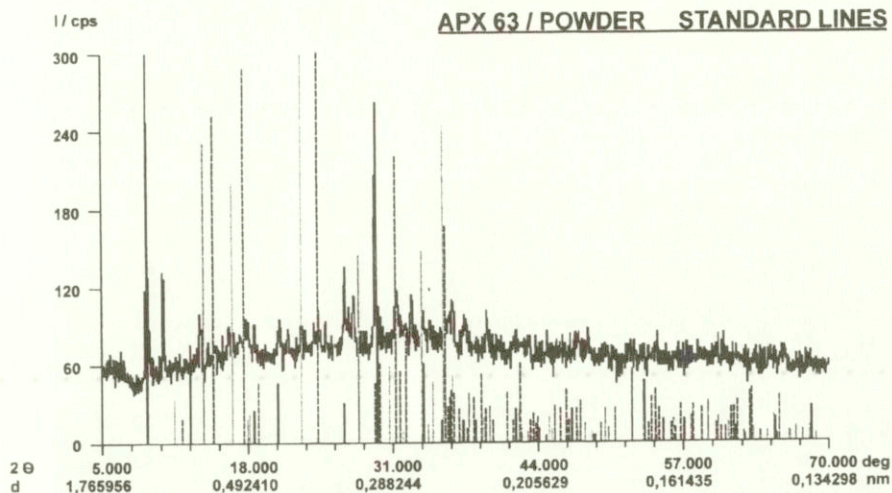
Comment : szklivo seg

JCPDS : 390218 Sodium Aluminium Silicate Hydrate ADM: 16780
Na₈₈ Al₈₈ Si₁₀₄ O₃₈₄ · 220 H₂ O
1,4449 0,8849 0,2890 0,5702 0,3817 nm

JCPDS : 370187 Silver Phosphate ADM: 53294
Ag₄ P₂ O₇
0,2762 0,3110 0,1949 0,3280 0,6800 nm

Ryc. 4. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Wyniki dyfrakcyjnej analizy fazowej warstwy szklwa.

Fig. 4. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. Results of the diffraction phased analysis of the glaze layer.



Comment : zielony nalot

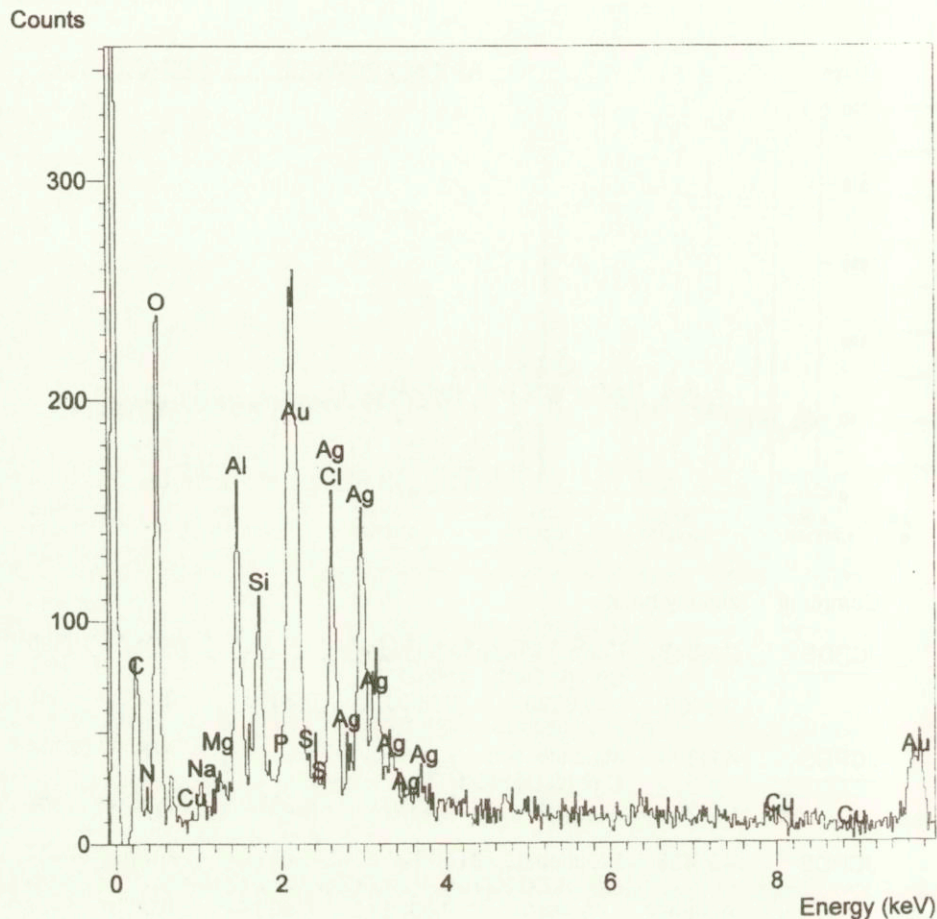
JCPDS	: 220548	Copper Phosphate Hydrate	ADM:	16780
		$\text{Cu}_3 (\text{P O}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2 \text{O}$		
	0,9900	0,3020 0,6900 0,2650	0,4320	nm
JCPDS	: 411390	Malchite, syn	ADM:	53294
		$\text{Cu}_2 (\text{C O}_3) (\text{O H})_2$		
	0,3690	0,5040 0,5970 0,2861	0,2518	nm
JCPDS	: 431458	Brochantite - ITMARG	ADM:	57037
		$\text{Cu}_4 \text{S O}_4 (\text{O H})_6$		
	0,3898	0,2519 0,6375 0,5353	0,2676	nm

Ryc. 5. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Wyniki dyfrakcyjnej analizy fazowej zielonego osadu zalegającego pod spodem granulki.

Fig. 5. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. Results of the diffraction phased analysis of the green deposits beneath the granule.

pomiędzy drutem, z którego wykonano kabłąk, blaszką i granulką zarówno w zausznicy 3 jak i w przypadku paciorka zausznicy 7b.

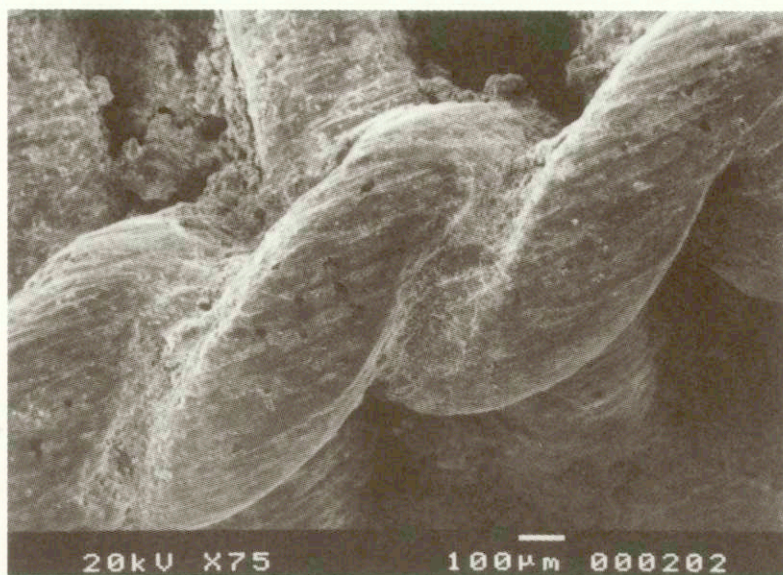
Nawarstwienia szkliste otaczające granulki i blachę – substrat jak również zielony osad pod spodem granulki, poddano rentgenowskiej analizie dyfrakcyjnej i mikroanalizie EDXS. Wyniki analizy w postaci dyfraktogramów zamieszczono na ryc. 4. Analiza dyfrakcyjna pozwoliła na identyfikację szkliska otaczającego paciorki. Warstwa szkliska składała się z krzemianu sodowo-aluminiowo-magnezowego (patrz wykres na ryc. 4) z domieszką srebra. Mikroanaliza EDXS powierzchni granulki wykazała również obecność dużej ilości Si, Al i Na. W zielonym osadzie zalegającym pod spodem gra-



Ryc. 6. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia, Wyniki mikroanalizy EDXS wskazują na obecność Ag i Cu oraz niewielkich ilości Fe, Si, Al., Ca, Na i Mg. Występowanie tych ostatnich można wytłumaczyć obecnością pozostałości otaczającego zausznicy szkliva.
 Fig. 6. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. Results of the EDXS micro-analysis indicate the presence of Ag and Cu, and also a small amount of Fe, Si, Al, Ca, Na and Mg. The presence of the latter may have resulted from a glaze around the ear-ring.

nulki zidentyfikowano obecność malachitu, brochantytu oraz pewnej ilości fosforanu miedzi (ryc. 5).

Po usunięciu szkliva z powierzchni paciorków i kabłąków poddano je obserwacjom w scanningowym mikroskopie elektronowym (SEM). Wyniki obserwacji przedstawiono w postaci fotograficznej. Równoległe do obserwacji, przeprowadzono mikroanalizę EDXS. Celem jej było prześledzenie różnic w składzie chemicznym pomiędzy substratem-błaszka, pierścieniem i granulką. Dodatkowo przeprowadzono analizę na obecność lutowia cynowego.



Ryc. 7. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Górna i boczna powierzchnia fragmentu oplotu na kabłąku zausznicy nr 3. SEM. Fot. A. Rakowska.

Fig. 7. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. Upper and side surfaces of the suspension ring windings of ear-ring no. 3. SEM. Photo A. Rakowska.



Ryc. 8. Wiślica, pow. Busko, woj. świętokrzyskie, stan. Regia. Fragment paciorka zausznicy nr 3 z granulkami umocowanymi w pierścieniach. SEM. Fot. A. Rakowska.

Fig. 8. Wiślica, Busko district, Świętokrzyskie province, the Regia site. Fragment of the bead of ear-ring no. 3 with granules set in the wirerings. SEM. Photo A. Rakowska.

Przedstawione wyniki mikroanalizy EDXS (ryc. 6) wskazują na obecność Ag i Cu, oraz niewielkich ilości Fe, Si, Al, Ca, Na, i Mg. Występowanie tych ostatnich można wytłumaczyć obecnością pozostałości otaczającego zausznice szkliwa.

3. ELEMENTY BUDOWY ZAUSZNIC

Błaszka – substrat

Z blachy srebrnej o grubości 0,15–0,18 mm uformowano paciorki zausznice. Zawartość srebra w blaszce wahała się w granicach 96,2–96,5 % Ag.

Druty

Ze względu na stan zachowania drutów srebrnych (pozostałość szkliwa) nie można precyzyjnie określić techniki ich wykonania. Z dużą dozą prawdopodobieństwa można przyjąć, że do ich produkcji użyto techniki ciągnięcia.

Z gładkiego drutu o średnicy ok. 0,1 mm wykonano pierścienie dookoła otworów do zawieszania. Z grubszego drutu o grubości 1,6–1,9 mm sporządzono kabłąki zausznice. Z cienkiego druciku (o grubości ok. 0,4 mm) wykonano pierścienie do osadzania granulek na paciorkach.

Dekoracja filigranowa ze skręconych drucików zdobiła kabłączki pomiędzy paciorkami i zabezpieczała przed ich przemieszczaniem na kabłąku. Znaleziony luźny fragment oplotu reprezentował typ „drabinkowego”, ażurowego oplotu. Jest on widoczny na ryc. 8 która ilustruje górną i boczną powierzchnię tego oplotu.

Granulki

Paciorki zausznice zostały ozdobione granulkami osadzonymi w pierścieniach. Liczba granulek na paciorku waha się od 40 (fragmenty paciorków) do 115. Granulki charakteryzują się regularnie kolistym kształtem. Na ryc. 8 pokazano fragment paciorka z granulkami umocowanymi w pierścieniach. Kilkomu granulki ozdobiono górne i dolne zakończenia paciorków środkowych oraz listewkę mocującą oba środkowe paciorki do kabłąka. Analogię do zbadanych zausznice mogą stanowić zausznice z Zawady Lanckorońskiej. Te ostatnie różnią się nieregularnym kształtem granulek, ich zdeformowaną powierzchnią oraz brakiem granulek na listewce mocującej.

4. TECHNIKA ŁĄCZENIA

Poszczególne elementy zausznice były łączone przez tzw. chemiczne lutowanie. Do chemicznego lutowania użyto najprawdopodobniej malachitu zmieszanego z gumą arabską lub klejem rybim. Warstewka malachitu pod spodem granulki zdaje się potwierdzać tą hipotezę. Po pokryciu blaszki mieszaniną węgla i wyżej wspomnianych składników, ułożono na niej pierścienie i granulki i wygrzano do temperatury powyżej 900°C, a poniżej temperatury topnienia srebra (1064°C). Pod wpływem wysokiej temperatury i węgla, malachit uległ redukcji do metalicznej miedzi i wytworzyło się trwałe połączenie poszczególnych elementów.

Umocowanie paciorków z granulkami do centralnej części kabłąka odbywało się przy pomocy wąskiej taśmy obejmującej kabłąk, a oba jego końce po sklepieniu umieszczono we wnętrzu paciorka: na ryc. 1 widać odłamaną część listewki wchodzącą w górny paciorek.

5. WNIOSKI

Zespół zausznic z Wiślicy jest wykonany ze srebra wysokiej próby. Obserwuje się niewielkie różnice pomiędzy srebrem, z którego wykonano blaszkę-substrat, kabłąki i granulki. Wszystkie zausznice charakteryzują się śladową ilością cynku i złota (na poziomie ppm).

Analogię do zausznic z Wiślicy można znaleźć w skarbie srebrnym odkrytym w Zawadzie Lanckorońskiej¹. Paciorki kolczyków 59–66 zostały również ozdobione granulkami osadzonymi w pierścieniach. Oba zespoły były wykonane ze srebra wysokiej próby. Różnice uwidaczniają się w ilości Zn i Au. Kolczyki z Wiślicy zawierają śladowe ilości tych pierwiastków, podczas gdy w ozdobach z Zawady występują w ułamkach procentu. Również kabłączki kolczyków są ozdobione skręconymi drucikami i ażurowym opłotem. Natomiast granulki na kolczykach z Zawady są mniejsze, nieregularne w kształcie o powierzchniach bardziej szorstkich z załamaniami. Może to sugerować użycie innej techniki do wytwarzania granulek do ozdób z Wiślicy.

Te ostatnie zostały najprawdopodobniej wytworzone przez pocięcie drutu srebrnego na równe odcinki i wygrzaniu go w tyglu wypełnionym węglem drzewnym. Granulki uzyskane tym sposobem charakteryzują się tą samą wielkością i kształtem. Gładka powierzchnia granulek i ich regularny kształt świadczą o dobrej znajomości technologii wytwarzania granulek przez ówczesnego wytwórcę.

Charakterystyczną cechą zbadanych zausznic jest zastosowanie lutowania chemicznego do umocowania pierścieni i granulek na powierzchni paciorków. Technika lutowania chemicznego posłużono się przy łączeniu ornamentów do bazy-substratu, na wszystkich ozdobach w skarbie z Zawady Lanckorońskiej. Wydaje się jednak, że w przypadku ozdób z Zawady ówczesny wytwórca stosował wyższą temperaturę lutowania, miejscowo przekraczającą temperaturę topnienia srebra 1064°C, o czym świadczą nadtopione granulki i filigrany.

Obecność warstewki malachitu pod granulkami zausznic z Wiślicy można wytłumaczyć atmosferą redukująco-utleniającą, jaka wytworzyła się podczas pożaru. Być może, że ówczesny wykonawca zastosował do lutowania nadmiar związków miedzi, które nie uległy całkowitej redukcji podczas wygrzewania przy lutowaniu, względnie temperatura lutowania była zbyt niska nie pozwalająca na całkowitą redukcję miedzi z jej związków.

Muzeum Archeologiczne w Krakowie

¹ Dane bibliograficzne analogii do zausznic z Wiślicy – por. W. Gliński, *Spraw. Arch.* 51, 1999, s. 215–237.

ELŻBIETA NOSEK

TECHNOLOGY OF THE EAR-RINGS WITH BEADS
FROM WIŚLICA

(Summary)

The assemblage of silver ear-rings from Wiślica has been found in a layer bearing marks of fire. This fact obviously influenced state of preservation of the artifacts. All of them were damaged and of the metal surface a thin layer of soft glaze developed.

The ear-rings are made of silver of the high title. The difference between the sliver of substratum sheets, suspension rings, and granules are very small. All artifacts show a vestige amount of zinc and gold (a few dozens of ppm). The beads were formed from a silver plate 0.15–0.18 mm thick. The amount of silver in the plate is 96.2–96.5% Ag.

The wires around suspension holes were made of plain wire of silver, about 0.1 mm in diameter. The wire of the suspension rings is thicker, while a thin one was used as wirerings for setting granules on the beads. A filigree ornament of twisted thin wires decorated the suspension rings. Moreover, a winding in a form of the open-work twist was found in loose fragments.

The beads were decorated by granules set in wirerings. The number of granules varies between 40 and 115. They are regularly spherical. A few granules also decorated ends of the beads and the suspension rings between the two central beads. The analogy the ear-rings in question are the artifacts from Zawada Lanckorońska. However, the latter ear-rings are smaller and less regular, and their surface is coarser and edged. The differences may have resulted from a different manufacturing technique. Smooth surface and regular shapes of the granules from Wiślica indicate a good technological knowledge of the maker.

A characteristic feature of the ear-rings from Wiślica is using chemical soldering for setting wirerings and granules on the beads. The reduction-oxidation atmosphere during the fire can explain the presence of a malachite layer under the beads. The same chemical soldering technique was also used for joining ornamental elements to their base in the ear-rings from Zawada Lanckorońska. In that case, however, the maker applied a very high soldering temperature, momentarily higher than the melting temperature of silver. It resulted in partial melting of the surface of granules and filigrees.

Translated by Jerzy Kopacz