

Elżbieta Maria Nosek, Adam Mazur

Przedmioty żelazne z Wielkiego Kurhanu Ryżanowskiego w świetle badań metaloznawczych i chemicznych

1. WSTĘP

Odkryte w grobie „księcia” scytyjskiego przedmioty żelazne są cennym materiałem badawczym zarówno z punktu widzenia symboliki ceremonialnej jak i technologii wykonania. Znalezione przedmioty można podzielić na kilka grup:

- uzbrojenie (sztylet, groty włóczni i dziurtyłów),
- narzędzia tnące (noże z kościanymi rękojeściami),
- przedmioty gospodarcze (haki różnej wielkości, żelazny pręt lampki oliwnej),
- uprzęż końska (wędzidło, nachrapnik, sprzączka żelazna do popręgu)

Sztylet z rękojeścią okutą w złotą blachę i ze srebrnym okuciem pochwy znajdował się przy lewym boku „księcia”. Zaleganie grotu włóczni, grotów dziurtyłów, toków i haków na klepisku komory grobowej jest rezultatem zawalenia się jej stropu i zerwania ze ścian haków z ułożonymi na nich włócznią i dziurtyłami. Ich groty były najprawdopodobniej umieszczone w skórzanych pokrowcach. Być może w pochwach skórzanych znajdowały się też i noże. Jeden z nich być może był pierwotnie wbity w mięso złożone na tacy.



Ryc. 1. Ryżanówka. Sztylet żelazny. Fragmenty srebrnego trzewika pochwy (Fot. J. Chochorowski)

Abb. 1. Ryżanovka. Eiserner Dolch. Fragment des silbernen Scheidentiefels (Fot. J. Chochorowski)

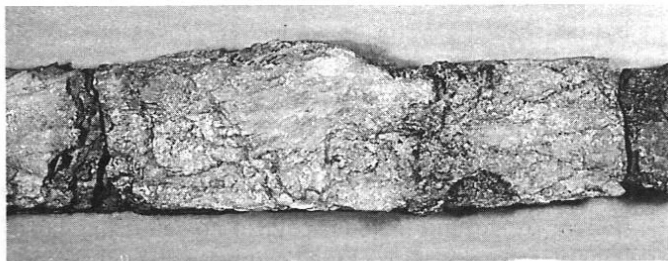
Рис. 1. Рыжановка. Железный кинжал. Фрагменты серебряной оковки ножен (Фот. Я. Хохоровски)

Zabiegi konserwatorskie prowadzono tak aby zachować wszystkie pozostałości organicznych elementów związanych zarówno ze stanem przedmiotów pozostawionych w grobowcu, jak również z substancjami przywartymi do nich w wyniku zawalenia się ścian i stropu komory grobowej.

Drugim powodem specjalnego podejścia konserwatorskiego było zachowanie śladów produktów niskotemperaturowego utlenienia (1). Można z nich dokonać próby odczytania składników strukturalnych jakie występowały przed rozpoczęciem procesów korozyjnych.

W trakcie zabiegów konserwatorskich niektórych przedmiotów, takich jak grot włóczni, groty dziurtyłów, toki, haki i wędzidło, stwierdzono występowanie bardzo cienkiej warstewki w kolorze zmieniającym się od czerni do niebiesko fioletowego, znajdującej się pod mniej lub więcej zmineralizowanym nawinięciem pasków skórzanych (haki) lub warstwą skóry pochodzącej z pochwy (grot włóczni). Warto zaznaczyć, że warstewka ta jest w różnym stopniu porowata i poprzerastana typowymi produktami korozji żelaza.

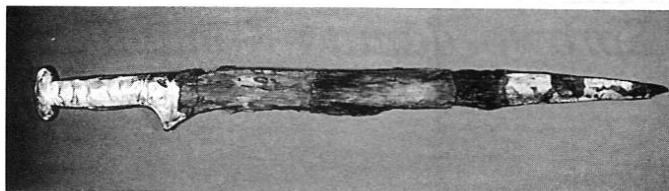
Fakt zawalenia się stropu komory wpłynął w istotny sposób na stan zachowania przedmiotów żelaznych. Jak już wspomniano na ich powierzchni znalazły się fragmenty tka-



Ryc. 2. Ryżanówka. Sztylet żelazny z złotą rękojeścią. Fragment środkowy z zachowaną skórą sajda (Fot. R. Łapanowski)

Abb. 2. Ryżanovka. Eiserner Dolch mit dem goldenen Griff. Mittleres Fragment mit der erhaltenen Köcherleder (Fot. R. Łapanowski)

Рис. 2. Рыжановка. Железный кинжал с золотой рукоятью. Средний фрагмент с сохранившейся кожей сагайдака (Фот. Р. Лапановски)



Ryc. 3. Ryżanówka. Sztylet żelazny ze złotą rękojeścią, po konserwacji. Mikroanaliza EDXS miejsc zaznaczonych na ryc. 6 (Fot. J. Chochorowski)

Abb. 3. Ryżanovka. Eiserner Dolch mit dem goldenen Griff nach der Renovierung. EDXS – Mikroanalyse der auf Abb. 6 markierten Stellen (Fot. J. Chochorowski)

Рис. 3. Рыжановка. Железный кинжал с золотой рукоятью после консервации. Микроанализ EDXS мест, обозначенных на рис. 6 (Фот. Я. Хохоровски)

niny, którą obite były strop i ściany komory, resztki skóry (pochodzącej z pochew, a może i z futra, którym było wyścielone posłanie „księcia”). Prawie każdy przedmiot żelazny pokrywała gruba warstwa, w której można było odróżnić organiczne elementy (tkanina, skóra, drewno), kawałki lessu, drobne kamyczki poprzerastane produktami korozji żelaza.

W najgorszym stanie zachował się sztylet. Składał się on z czterech bardzo kruchych fragmentów. Po ich wydobywaniu ułożono go na plastikowej podstawie i owinięto folią polietylenową. W tym stanie przekazano go do konserwacji.

Powierzchnia części środkowej sztyletu była pokryta grubymi nawarstwieniami. Złota rękojeść została złożona z dwóch połączonych ze sobą blach, repusowanych stylizowanymi przedstawieniami zwierząt. Drewnianą pochwę wsunęto pod złotą blaszkę. Obie blaszki różnią się nieznacznie uformowaniem, dolnych fragmentów.

Zakończenie drewnianej pochwy sztyletu było pęknięte na dwie części a srebrne okucie jej trzewika zachowało się w postaci luźnych fragmentów. Stan zachowania srebrnego trzewika pochwy najlepiej ilustruje ryc. 1.

2. METODYKA BADAŃ

Wszystkie zabytki żelazne poddano analizie składu chemicznego. Wyjątkiem były noże, w których proces korozyjny był tak zaawansowany, że pobieranie próbek groziło ich zniszczeniem. Ze względu na ograniczone możliwości pobierania odpowiednio dużych próbek do badań metaloznawczych, badania przeprowadzono na zawartość pierwiastków, które mogły dać wskazówkę co do proveniencji (pochodzenia) przedmiotu.

Fosfor oznaczono metodą spektrofotometryczną, pozostałe pierwiastki metodą spektroskopowej analizy absorpcyjnej (AAS). Wyniki analizy zestawiono w tabeli 1.

Jak wynika z rezultatów analiz, zbadane zabytki charakteryzują się niską zawartością fosforu od 0.017% P (groty włóczni, dziuraków i haki) do 0.11 % P (toki), znikomą zawartością manganu oraz śladową zawartością Ni i Cu.

Rentgenowskie badania defektoskopowe nie wykazały obecności metalicznego żelaza na przekroju sztyletu. Konserwacja jego ograniczyła się do mechanicznego usunięcia przywarłej ziemi przesońskiej produktami korozji żelaza i stabilizacji pozostałej rdzy. Czynność tą wykonywano pod lupą, aby nie uszkodzić zachowanej skóry i w miarę możliwości wyeksponować szczegóły zachowanego sajdu, przy którym leżał sztylet. Po usunięciu zewnętrznych nawarstwień i zmiękczeniu skóry ukazała się dobrze zachowana część sajdu z widocznymi szwami (ryc. 2).

Drewnianą pochwę wzmocniono przez impregnację w paraloidzie B-72. Do trzewika doklejono blaszki srebrne. Końcową czynnością było połączenie wszystkich fragmentów sztyletu w jedną całość. Zakonserwowany sztylet pokazany jest na ryc. 3.

W lepszym stanie zachowania znaleziono grot włóczni. Podobnie jak w przypadku sztyletu, jego powierzchnię pokrywała warstwa ziemi z przywartymi drobnymi kamyczkami. Charakterystyczne dla tego przedmiotu było niebieskofioletowe zabarwienie zewnętrznych warstewek.

Po delikatnym usunięciu zewnętrznej warstewki ukazała się pod nią zmineralizowana skóra, ściśle obejmująca cały grot. Najprawdopodobniej była ona zszyta z jednej strony i nałożona na grot. Na tulei widoczne są pozostałości sznura (całkowicie zmineralizowane).

Na całym grocie obserwuje się ubytki skóry, różnej wielkości. W miejscach odsłoniętych widoczna jest czarna warstewka, dobrze przylegająca do żelaza.

Ze względu na obecność skóry na całej powierzchni grotu, nie odsłaniano części żelaznej. Po odczyszczeniu skóry z resztek gliny, przeprowadzono proces stabilizacji metalu, używając do tego celu dwuetylenoaminy.

Skórę nasączano ciepłym roztworem wosku, lanoliny i olejku cedrowego w heksanie. Pęcherzujące fragmenty skóry doklejono piantexem. Na ryc. 4 pokazano fragment grotu z ubytkiem skóry z widoczną czarną warstewką zalegającą na metalu.

W przypadku sztyletu stopień korozji próbek poddanych analizie objął praktycznie cały przekrój sztyletu, dlatego też wynik tej analizy (0.2% P) należy traktować jako przybliżony a nawet wątpliwy.

Do badań metaloznawczych przeznaczono tylko sztylet i włócznię. Powodem takiego wyboru było charakterystyczne przeznaczenie tych przedmiotów, w których stwierdzenie obecności produktów obróbki cieplnej i ciepłno chemicznej mogło dać wskazówkę co do poziomu technologii produkcji stosowanych przez Scytów w III wieku p.n.e. Jednym z powodów takiego wyboru były znaczne wymiary tych zabytków dające nadzieję obecności w nich nieskorodowanego żelaza.

Do oceny mikrostruktury metalu zastosowano badania mikroskopowe pod mikroskopem optycznym i scanningowym z jakościową mikroanalizą EDXS.

Tabela 1

Wyniki analizy chemicznej (AAS) przedmiotów żelaznych z Wielkiego Kurhanu Ryżanowskiego

Lp.	Zabytek	Nr	P [%]	Mn [%]	Cu [%]	Ni [%]
1	2	3	4	5	6	7
1.	hak	17	0,019	0,007	0,0001	0,0002
2.	hak	18	0,022	0,005	0,0002	0,0002
3.	grot włóczni	19	0,03	0,004	0,0001	0,0001
4.	grot dziurty długi	20	0,020	0,002	0,0002	0,0003
5.	grot dziurty długi	21	0,025	0,001	0,0004	0,0001

1	2	3	4	5	6	7
6.	grot dziurty krótki	22	0,032	0,002	0,0002	0,0003
7.	grot dziurty krótki	23	0,015	0,001	0,0003	0,0001
8.	grot dziurty krótki	24	0,028	0,001	0,0004	0,0002
9.	tok	25	0,092	0,001	0,0002	0,0001
10.	tok	26	0,075	0,001	0,0003	0,0001
11.	tok	27	0,085	0,002	0,0001	0,0002
12.	tok	28	0,11	0,001	0,0004	0,0002
13.	tok	29	0,070	0,002	0,0001	0,0003
14.	tok	30	0,097	0,002	0,0002	0,0001
15.	sztylet	35	0,20	0,001		

3. WYNIKI BADAŃ

Sztylet

W pobranych do badań próbkach z przekroju sztyletu nie stwierdzono obecności żelaza metalicznego. Potwierdziło to rezultaty rentgenowskich badań defektoskopowych oraz stan zachowania zabytku. Pomimo to usiłowano odczytać z produktów korozji charakterystyczne cechy składników strukturalnych jakie mogły występować przed zajściem niszczących procesów korozyjnych. Na ryc. 5 zamieszczono mikrofotografię z miejsc, które sugerowałyby obecność struktury ferrytycznej (jasne obszary) i perlitycznej (ciemne obszary) wraz z licznymi wtrąceniami niemetalicznymi. Miejsca tego typu poddano obserwacjom w SEM i pokazano je na ryc. 6.

Jednakże jak widać z rezultatów mikroanalizy (wykresy 1 i 2) wykonanej w miejscach zaznaczonych krzyżykami na ryc.6, fragmenty te są zajęte przez typowe przekrystalizowane tlenkowe produkty korozji i nie można na ich podstawie określić rodzaju i rozmieszczenia składników strukturalnych przed skorodowaniem metalu.

Rezultaty powyższych badań stają się zrozumiałe w świetle konstrukcji sztyletu, złożonego z części żelaznej, rękojeści

pokrytej złotą blachą i drewnianego zakończenia pochwy pokrytego blachą srebrną stają się zrozumiałe i będą szczegółowo rozważone w dyskusji wyników.

Ostrze włóczni

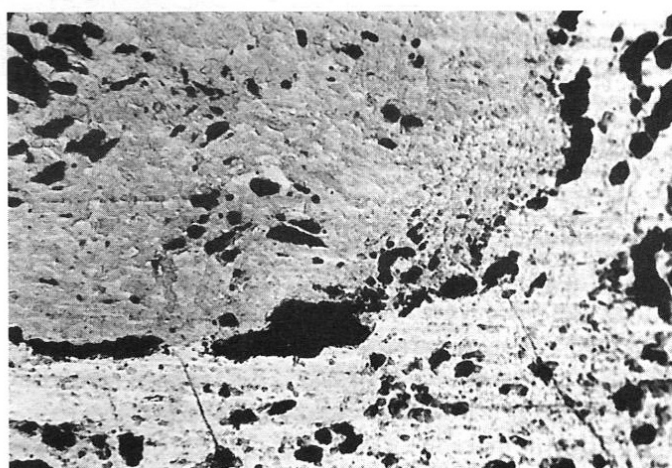
Próbkę do badań metaloznawczych pobrano z krawędzi ostrza. Obserwacje zglądu przy użyciu mikroskopu optycznego wykazały obecność małej ilości wtrąceń niemetalicznych o charakterystycznych cechach dla żelaza dymarskiego, choć w niektórych miejscach jak to widać z mikrofotografii (ryc. 7) są one znacznych rozmiarów o charakterze złożonych krzemianów, wydłużone w kierunku kucia ostrza. Mikrostruktura próbki po wytrawieniu zglądu 2 % nitalem ujawniła (ryc.8) obecność struktury perlityczno-ferrytycznej, nierównomiernie rozmieszczonej w strefie przypowierzchniowej ostrza, przechodzącej w strukturę o przewadze ferrytu w głębszych strefach przekroju. Tego typu rozmieszczenie składników strukturalnych



Ryc. 4. Ryżanówka. Ostrze włóczni. Fragment grotu z ubytkiem skóry i z widoczną czarną warstwą zalegającą na metalu (Fot. R. Łapanowski)

Abb. 4. Ryżanovka. Lanzenspitze. Ein Spitzenfragment mit dem Ledergerüst und mit der sichtbaren schwarzen Schicht auf der Metalloberfläche (Fot. R. Łapanowski)

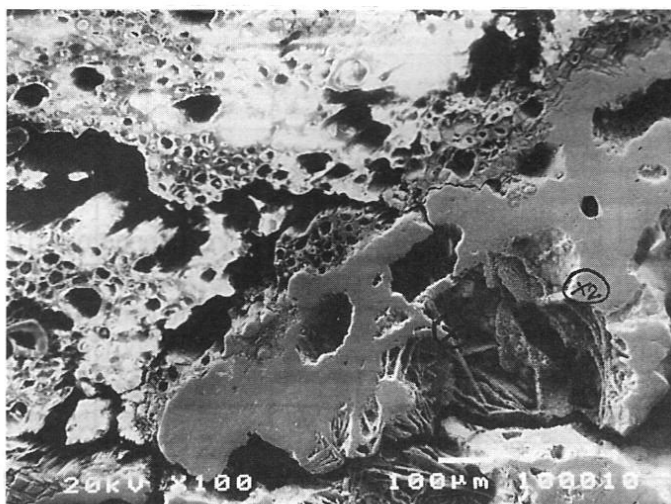
Рис. 4. Рыжановка. Лезвие копья. Фрагмент наконечника без кожи с просматривающимся тонким черным слоем на металле (Фот. Р. Ляпановски)



Ryc. 5. Ryżanówka. Sztylet żelazny. Mikrostruktura metalu w stanie nietrawionym. Pow. 300x

Abb. 5. Ryżanovka. Eiserner Dolch. Metallmikrostruktur in dem ungeätzten Zustand. Vergr. 300 x

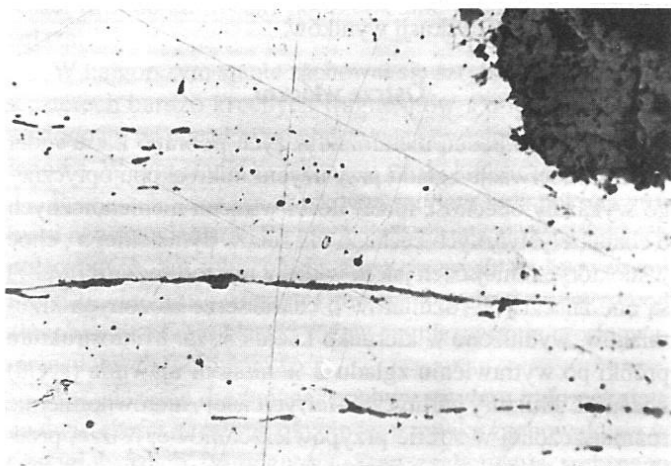
Рис. 5. Рыжановка. Железный кинжал. Микроструктура металла перед травлением. Увелич. 300 x



Ryc. 6. Ryżanówka. Sztylet żelazny. Mikrostruktura metalu. Tlenki i wodorotlenki żelaza. SEM

Abb. 6. Ryżaanovka. Eiserner Dolch. Metallmikrostruktur. Ferrioxide und Ferrihydroxide. SEM

Рис. 6. Рыжановка. Железный кинжал. Микроструктура металла. Окись и водородная окись железа. SEM



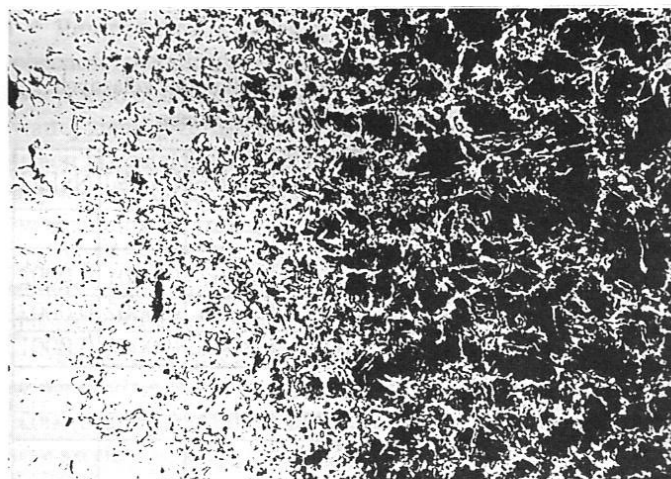
Ryc. 7. Ryżanówka. Ostrze włóczni. Mikrostruktura metalu w stanie nietrawionym. Niewielka ilość drobnych wtrąceń niemetalicznych oraz wydłużone wtrącenia krzemianowe. Pow. 100 x

Abb. 7. Ryżanovka. Lanzen spitze. Metallmikrostruktur in dem ungeätzten Zustand. Kleine Mengen von feinen nicht metallischen Einschlüssen und langgezogene Silikatsschlüsse. Vergr. 100 x

Рис. 7. Рыжановка. Лезвие копья. Микроструктура металла перед травлением. Незначительное количество мелких нематаллических включений и вытянутые силикатные включения. Увелич. 100 x

ralnych może świadczyć o zastosowaniu celowego nawęglania powierzchni nawet do 0,7C, jednakże brak efektów utwardzenia przez hartowanie (mikrotwardość strefy nawęglonej wynosi 220 Hv50.) może też wskazywać, że nawęglanie to było przypadkowe.

W odróżnieniu od bardzo wysokiego stopnia skorodowania części żelaznej sztyletu, w grocie włóczni stwierdzono obecność znacznej ilości żelaza metalicznego, potwierdzoną badaniami metaloznawczymi i rentgenowskimi defektoskopowymi.



Ryc. 8. Ryżanówka. Ostrze włóczni. Struktura perlityczno-ferrytyczna przy krawędzi próbki. Pow. 100x. Traw. nitałem

Abb. 8. Ryżanovka. Lanzen spitze. Perlitisch – ferritische Analyse am Rand der Probe. Vergr. 100 x. Geätzt mit Nital

Рис. 8. Рыжановка. Лезвие копья. Перлитно-ферритовая структура края пробы. Увелич. 100 x. Травление ниталом

Jak już wspomniano we wstępie, również w przypadku grotu włóczni, warstwy zewnętrzne zmineralizowanej skóry są przerosnięte produktami korozyjnymi o charakterystycznym zabarwieniu zmieniającym się od czerni do fioletu. Dyfrakcyjna analiza rentgenowska miejsc zajętych przez taką warstewkę wykazała obecność przede wszystkim Fe_3O_4 magnetytu oraz innych tlenków żelaza i zanieczyszczeń pochodzących z gleby.

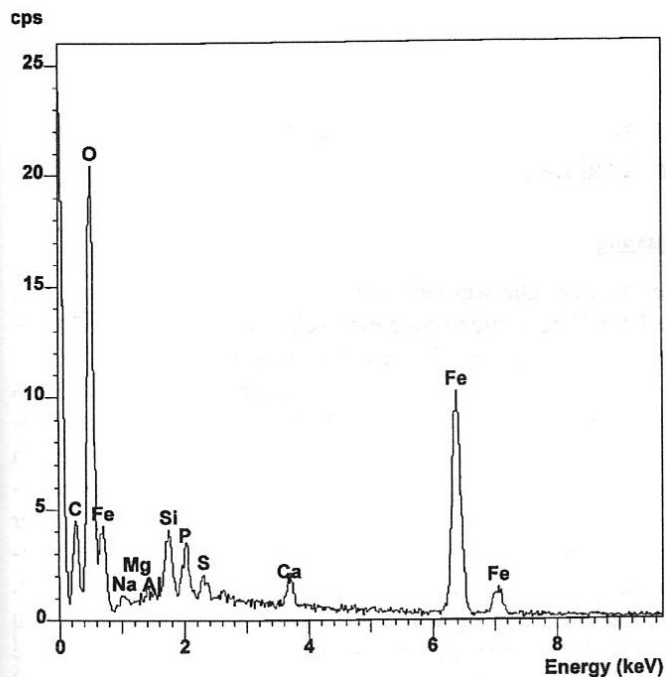
4. Dyskusja wyników badań

Wszystkie zbadane zabytki żelazne zostały wykonane z żelaza tak zwanego niskofosforowego, jednakże jak wspomniano wcześniej w przypadku całkowicie zniszczonej przez korozję żelaznej części sztyletu, obecność podwyższonej zawartości fosforu może być wynikiem tego, że próbka do analizy nie zawierała metalicznego żelaza, a tylko produkty korozji, zanieczyszczone innymi składnikami znajdującymi się w otoczeniu sztyletu.

Biorąc pod uwagę charakterystycznie wyglądające wtrącenia niemetaliczne można stwierdzić, że żelazo dymarskie użyte do jego produkcji było stosunkowo dobrej jakości.

Bardzo zaawansowana korozja sztyletu w stosunku do pozostałych znalezisk żelaznych może być uzasadniona przyspieszeniem procesów niszczenia wskutek galwanicznego oddziaływania przede wszystkim złotego pokrycia rękojeści a nawet srebrnego okucia pochwy. Poza tym usytuowanie sztyletu zaciśniętego w ręce wodza sprzyjało dodatkowej destrukcji przez korozyjny wpływ rozkładu organicznej części ciała.

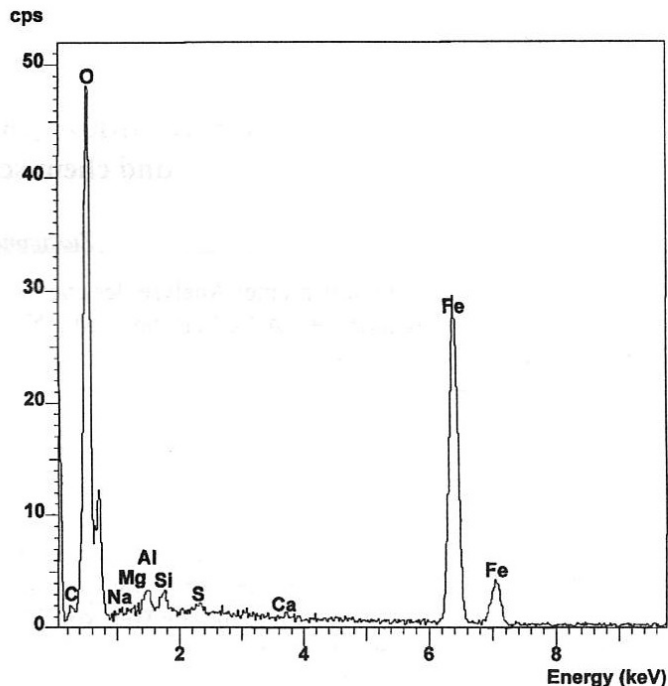
Jednakże fakt, że w pozostałych wyrobach żelaznych żelazo metaliczne występowało na znacznej części przekrojów, może przemawiać za inną przyczyną braku żelaza metalicznego właśnie na przekroju sztyletu, który na pewno był najlepiej wykonanym przedmiotem przeznaczonym dla wodza. Być może do celów ceremonialnych włożono do drewnianej pochwy atrapę ostrza prawdopodobnie wyko-



Wykres 1. Wyniki mikroanalizy EDXS w punkcie 1 (iglasta struktura na ryc. 6)

Diagramm 1. Ergebnisse der Mikroanalyse EDXS in Punkt 1. (Nadelstruktur auf Abb. 6)

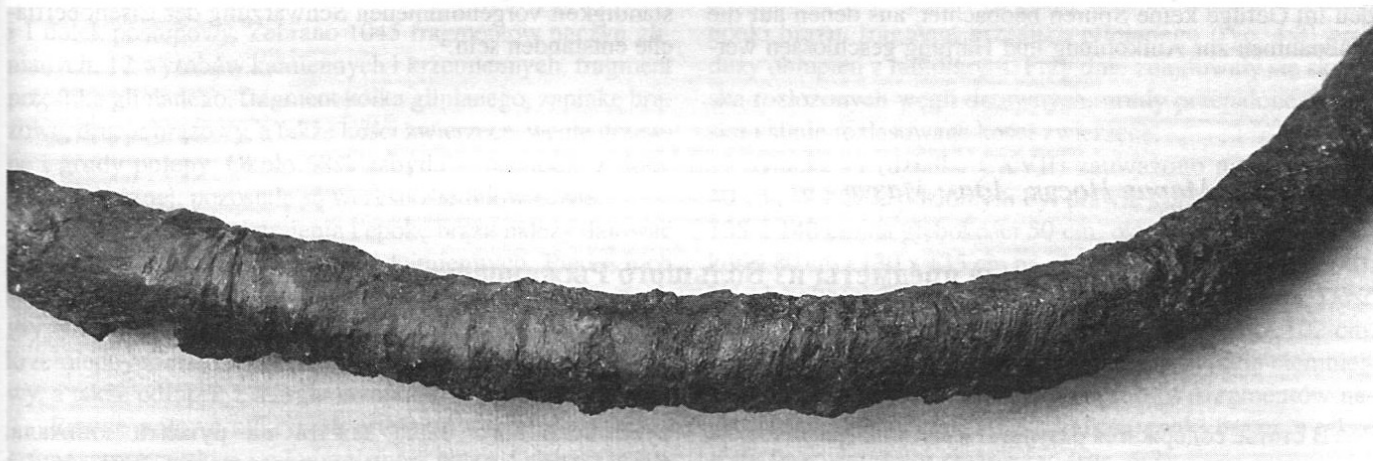
График 1. Результаты микроанализа EDXS в точке 1 (игольная структура на рис. 6)



Wykres 2. Wyniki mikroanalizy EDXS w punkcie 2 (szary obszar na ryc. 6)

Diagramm 2. Ergebnisse der Mikroanalyse in Punkt 2. (graue Fläche auf Abb. 6)

График 2. Результаты микроанализа EDXS в точке 2 (серое пятно на рис. 6)



Ryc. 9. Ryżanówka. Fragment haka z widocznym starannym nawinięciem z pasków skóry (Fot. R. Łapanowski)

Abb. 9. Ryžanovka. Ein Hackenfragment mit den sichtbaren ledernen Riemen (Fot. R. Łapanowski)

Рис. 9. Рыжановка. Фрагмент крюка с видимым тщательным обертыванием кожаными ремешками (Фот. Р. Лапановски)

naną z dość cienkiej blachy, która bardzo szybko uległa zniszczeniu tworząc produkty korozji analogiczne do przeanalizowanych.

Zaobserwowane na wszystkich hakach żelaznych zjawisko starannego owijania ich paskami skóry (ryc. 9) może świadczyć nie tylko o ceremonialnym charakterze tych przedmiotów, ale także o szczególnym traktowaniu wyrobów z żelaza.

Kolejnym faktem, który może stanowić dowód na szczególne traktowanie żelaza przez Scytów było stwierdzenie obecności na powierzchni żelaza ciemnej warstewki o barwie czarnej do fioletowej, przerosniętej produktami korozji. Niewykluczone, że jest to wynik zastosowanej technologii czer-

nienia powierzchni mającej znaczenie dekoracyjne, jak również przedłużające odporność na korozję. Analiza dyfrakcyjna wykazała obecność w tych warstwach między innymi magnetytu. Warstwy takie są bardzo rzadko obserwowane na starożytnych wyrobach żelaznych, co dodatkowo świadczy o oryginalności technologicznej ówczesnych ludzi.

WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY

- Nosek E.M., Mazur A.
1984 *The oxidation of iron-carbon alloy at low temperature. The Crafts of the Blacksmith, Belfast* 53–59

Die Eisengegenstände aus dem Groß-Kurgan von Ryżanovka im Lichte metallographischer und chemischer Analysen

Zusammenfassung

Die Eisengegenstände wurden einer Analyse der chemischen Zusammensetzung nach dem ASA-Verfahren (Mn, Ni, Cu) und der spektrographischen Analyse (Phosphor) unterzogen. Die Analysenergebnisse sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse ist festzustellen, daß die untersuchten Gegenstände sich durch niedrigen Phosphorgehalt von 0.06 % (Lanzen- und Speerspitzen, Haken) bis zu 0.1 % P (Lanzenschuhe), sehr geringe Mangananteile und spurenhaltig vorhandene Ni- und Cu-Gehalte auszeichnen. Beim Dolch ist der gesamte Probenquerschnitt von Korrosion erfaßt, so daß der bei der Analyse ermittelte Wert von 2% P als wenig gesichert zu betrachten ist.

Der metallographischen Untersuchung wurden nur der Dolch und die Lanzenspitze unterzogen. In dem ersteren wurde das Vorhandensein von metallischem Eisen nachgewiesen. Die unter Anwendung eines Rasterelektronenmikroskopes angestellten Beobachtungen (Abb. 5) in Verbindung mit einer Mikroanalyse erbrachten nur das Vorhandensein von Korrosionsprodukten. In der korrodierten Schicht wurden im Gefüge keine Spuren beobachtet, aus denen auf die Maßnahmen zur Aufkohlung und Härtung geschlossen werden

den könnte. Die weitgehende Korrosion mag davon zeugen, daß für Zeremonie zwecke eine schnell vergängliche Attrappe der Dolchschneidekante gefertigt worden war.

Bei der Lanzenspitze wurde die Probe von der Schneidekante entnommen. Im Metall sind spärliche kleine nicht-metallische Einschlüsse zu beobachten. Daneben treten in geringer Zahl vorhandene in Schmiedrichtung langgezogene Silikateinschlüsse auf (Abb. 7). Bei dem Mikrogefüge der Probe haben wir es mit einem perlitisch-ferritischen Gefüge zu tun, die eine Aufkohlung bis zu 0.7 %C bezeugt (Abb. 8). Die Aufkohlung verringert sich mit dem zunehmenden Abstand von der Schneidekante. Die letztere ließ keine Maßnahmen zur Härtesteigerung durch Härtung erkennen (Mikrohärte der aufgekohlten Zone liegt bei 220 Hv50). Unmittelbar an der Oberfläche der Spitze, unter der lederen Scheide ist eine dünne schwarze Magnetit-Schicht zu beobachten. Ähnliche Schicht trat auf den übrigen Eisengegenständen auf. Sie dürfte möglicherweise infolge der zu Dekorationszwecken oder zur Steigerung der Korrosionsbeständigkeit vorgenommenen Schwärzung der Eisenoberfläche entstanden sein.

Эльжбета Мария Носек, Адам Мазур

Железные предметы из Большого Рыжановского Кургана в свете металлографических и химических исследований

Резюме

В статье содержатся результаты металлографических и химических исследований металлических находок из Большого Рыжановского кургана. Они разделены на несколько групп: вооружение (кинжал, наконечники копий и дротиков), режущие орудия (ножи), хозяйственные предметы (крюки, железный прут масляной лампы, сбура – удила, нахрапник, пряжка).

Все находки изготовлены из низкофосфорного горнового железа, относительно хорошего качества. Обращает внимание глубокая коррозия кинжала, в сущности, отсутствует металлическое железо (по сравнению с остальными предметами). Это результат ускоренного процесса разрушения, вызванного гальваническим воздействием золотого покрытия рукояти, а также серебряной оковки ножен. Значение имел и тот факт, что

рука покойного была зажата на рукояти кинжала. Существует, правда, и иная интерпретация. Возможно, с ритуальной целью в деревянные ножи вложили имитацию лезвия, изготовленную из тонкой пластинки.

Отмеченная на всех железных крюках процедура тщательного обматывания их кожаными ремешками, возможно, свидетельствует не только о ритуальном характере, но и об особом отношении к предметам из железа. Очередное доказательство этому – присутствие на поверхности железа тоненького слоя черного или фиолетового цвета. Возможно, это результат применения технологии чернения железной поверхности (дифракционный анализ показал присутствие магнетита), имеющей декоративное назначение, а также продлевающей сопротивление коррозии.