

Wczesne średniowiecze

JERZY PIASKOWSKI

METALOZNAWCZE BADANIA PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH
Z NIEDANOWA I PASYMIA-OSTROWA, WOJ. OLSZTYN,
ORAZ BOGACZEWA-KULI, WOJ. SUWAŁKI

Tereny Polski północno-wschodniej należą do najsłabiej poznanych części naszego kraju, jeśli chodzi o metaloznawcze badania starożytnych i wczesnośredniowiecznych wyrobów żelaznych. Zbadano dotychczas jedynie dziewięć przedmiotów z jaćwieskiego cmentarzyska w Szwajcarii, woj. Suwałki¹, oraz nieco większą ilość materiałów z północnego Mazowsza, a mianowicie z cmentarzysk w Dobrzankowie, woj. Ostrołęka, Rostkach, woj. Ostrołęka, i Stupska, woj. Ciechanów (ogółem 28 przedmiotów)², a także z Węgry, woj. Ciechanów (8 przedmiotów)³.

Należy tu także wspomnieć o badaniach wyrobów żelaznych z Miezan i Sudaty, dawny pow. Świąciany (Litewska SRR), dzięki którym poznano cechy metalu i technologii na tym terenie w IV-VIII wieku n. e.⁴

Dzięki tym pracom wyodrębniono pewne typy metalu i technologii, jednak do dokładniejszej ich identyfikacji, a także do określenia zasięgu poszczególnych typów (w tym także starożytnych wyrobów „świętokrzyskich”)⁵, konieczne były badania dalszych materiałów. W tym celu podjęto badania przedmiotów żelaznych z cmentarzysk ciałopalnych w Niedanowie, gmina Kozłowo, i Bogaczewie-Kuli, gmina Giżycko, oraz z grodziska w Pasymie-Ostrowiu, gmina Pasym, pochodzących ze zbiorów Muzeum Mazurskiego w Olsztynie. Za udostępnienie tych materiałów autor składa podziękowanie Dyrektorowi Muzeum, mgr. Bogusławowi Kopydłowskiemu oraz mgr. Romualdowi Odojowi za wybór materiałów i dane archeologiczne, w szczególności dotyczące datowania⁶.

¹ J. Piaskowski, *Badania metaloznawcze przedmiotów żelaznych z kurhanów z okresu rzymskiego we wsi Szwajcaria, pow. Suwałki, WA*, t. 24: 1958, s. 58.

² J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania starożytnych przedmiotów żelaznych z Dobrzankowa, pow. Przasnysz, Rostków, pow. Ostrołęka, i Stupska, pow. Mława* (w przygotowaniu do druku).

³ J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania starożytnych przedmiotów żelaznych z Węgry, pow. Przasnysz, Mat. Arch.*, t. 10: 1969, s. 73.

⁴ J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z Miezan i Sudaty (LSRR)*, WA, t. 31: 1965, z. 4, s. 363.

⁵ Określenie cech starożytnych wyrobów „świętokrzyskich” podano w pracy: J. Piaskowski, *Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich I-IV w. n.e.*, „Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa”, t. 6: 1963, s. 9; Por. także J. Piaskowski, *Dalsze badania metaloznawcze starożytnych przedmiotów żelaznych z ziemi kieleckiej*, „Rocznik Muzeum Świętokrzyskiego”, t. 5: 1968, s. 151. Zasięg wyrobów „świętokrzyskich” w okresie późnolateńskim i rzymskim opublikowano w pracy: J. Piaskowski, *Technologia żelaza na ziemiach Polski w okresie od I do V wieku naszej ery*, „Wiadomości Hutnicze”, t. 12: 1963, z. 11, s. 299.

⁶ Opracowania archeologiczne dotyczące materiałów z Niedanowa, pow. Nidzica, znaleźć można w pracach: W. Ziemińska-Odojowa, *Badania archeologiczne Muzeum Mazurskiego w r. 1959*, „Komunikaty Mazursko-Warmińskie”, 1960, z. 1, s. 150; tejsze, *Badania archeologiczne Muzeum Mazurskiego z 1960 r.*, „Komunikaty Mazursko-Warmińskie”, 1961, z. 1, s. 152; tejsze, *Badania archeologiczne na cmentarzysku ciałopalnym w Niedanowie, pow. Nidzica*, „Komunikaty Mazursko-Warmińskie”, 1971, z. 4, s. 624; tejsze, *Wstępne sprawozdanie z badań roku 1962 na cmentarzysku z okresu późnolateńskiego i rzymskiego z Niedanowa, pow. Nidzica*, „Komunikaty Mazursko-

ZESTAWIENIE ZBADANYCH MATERIAŁÓW

Do badań przeznaczono dziewięć przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Niedanowie: krzesiwo, nóż, klucz, szydło, sprzączkę, zapinkę, igłę, ostrogę i okucie strzały. Cmentarzysko to było użytkowane przez dłuższy okres, od późnego (a może nawet od środkowego) okresu lateńskiego aż do początku wędrówek ludów. Zbadane przedmioty pochodziły głównie z wykopalisk przeprowadzonych w 1965 r. na terenie części cmentarzyska, gdzie znajdowały się groby z II-IV w. n. e.

Osiem przedmiotów zbadano z cmentarzyska ciałopalnego z II-IV wieku n. e. (niektóre groby sięgały nawet VI w.) w Bogaczewie-Kuli. Były to: 3 noże, 3 groty włóczni, umbo i szczypce.

Ponadto zbadano jeden grot włóczni z grodziska w Pasymiu-Ostrowiu (VI-VIII w. n. e.). Ogółem poddano badaniom 18 przedmiotów żelaznych; były one uprzednio konserwowane.

METODY BADAŃ I SPOSÓB ZESTAWIENIA WYNIKÓW

Metody opisanych badań i sposób zestawienia wyników były identyczne jak w innych podobnych pracach autora⁷. Badania obejmowały ilościową i jakościową (spektrograficzną) analizę chemiczną, obserwacje metalograficzne wraz z oceną wielkości ziarna (według normy PN-56/H-04507), pomiary mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych przy użyciu mikrotwardościomierza Hanemanna oraz badania twardości sposobem Vickersa (według normy PN/H-04360).

Ilościową analizę chemiczną przeprowadzono zgodnie z metodami analitycznymi stosowanymi do stopów żelaza. Zawartość fosforu oznaczano metodą miareczkową. Metodę fotometryczną stosowano przy oznaczeniach zawartości niklu i miedzi. Zawartość węgla oceniono w przybliżeniu na podstawie obserwacji metalograficznych.

Jakościową analizę chemiczną przeprowadzono metodą spektrograficzną przy użyciu spektrografu ISP 22, wzbudzając łuk pomiędzy dwoma próbkami tego samego materiału. Podając wyniki analizy jakościowej (tab. I, II), pominięto zawartość podstawowych składników i domieszek Fe, C, Si, Mn, P, S oraz Al, Ca, Cu, Mg, Ni, które występowały we wszystkich próbkach. Znak „+” określa wyraźnie stwierdzoną obecność domieszki, natomiast znak „o” świadczy o obecności jedynie ostatnich (najtrwalszych) linii widma danego pierwiastka.

Obserwacje metalograficzne prowadzono przy użyciu powiększenia 100 i 500×, trawiąc próbki 4% roztworem kwasu azotowego w alkoholu etylowym (azotal). Przy pomiarach mikrotwardości stosowano obciążenie 50 gramów w ciągu 15 s; każdy wynik jest średnią z 7 pomiarów. Badania twardości żelaza i stali niehartowanej prowadzono przy obciążeniu 10 kg trwającym 15 s. Przy badaniu stali hartowanej obciążenie wynosiło 30 kg. Każdy wynik jest średnią z 2-3 pomiarów.

Wyniki badań, podobnie jak w dotychczasowych pracach autora, zestawiono w tablicach i rycinach, uzupełnionych fotografiami struktur metalu.

-Warmińskie”, 1962, z. 4, s. 82; teŝe, *Komunikat z badań archeologicznych przeprowadzonych w latach 1963-1964 na cmentarzysku z okresu późnolateńskiego i rzymskiego w Niedanowie, pow. Nidzica*, „Komunikaty Mazursko-Warmińskie”, 1964, z. 4, s. 559; teŝe, *Einige Forschungsprobleme des Gräbelfeldes in Niedanowa, Kreis Nidzica in Mazuren*, „Acta Baltico-Slavica” t. 4; 1966, s. 151; *Niedanowo, pow. Nidzica, Informator Archeologiczny. Badania 1967 r.*, Warszawa 1968, s. 136; 1968 r., Warszawa 1969, s. 146; 1969 r., Warszawa 1970, s. 159.

Materiały z Bogaczewa-Kuli opisał J. Okulicz, *Cmentarzysko z okresu rzymskiego odkryte w miejscowości Bogaczewo, na przysiółku Kula, pow. Giżycko*, „Rocznik Olsztyński”, t. 1; 1958, s. 47, a opracowanie materiałów z Pasymia-Ostrowia opublikowano w pracach: R. Odoj, *Sprawozdanie z badań wykopaliskowych na grodzisku zwanym „Okrągła Góra” w Pasymiu-Ostrowie, pow. Szczytno*, w roku 1962, „Komunikaty Mazursko-Warmińskie”, 1962, z. 4, s. 827; teŝe, *Wyniki badań grodziska z VI-VIII w. n.e. w Pasymiu, pow. Szczytno, a problem kultury mazurskiej*, „Rocznik Olsztyński” t. 7; 1968, s. 113.

⁷ J. Piaskowski, *Badania metaloznawcze w badaniach zabytków archeologicznych*, Spraw. Arch., t. 3; 1957, s. 284.

Tabela I. Wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z Niedanowa

Lp.	Nazwa przedmiotu	Lokalizacja (nr grobu)	Ciężar okazu g	Zawartość w %			Analiza jakościowa*												
				P	Ni	Cu	Ag	As	Ba	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Ti	V	Zn
1	Okucie strzały	ar 212	6,4	0,73	0,00				+								+		+
2	Krzesiwo	grób 264	24,1	0,054	0,031				o				o						o
3	Nóż	grób 288	17,2	0,35	0,078				o				+						
4	Klucz	grób 318	19,4	0,045	0,015								+						
5	Szydło	„	16,6	0,045	0,16								+						
6	Sprzączka	grób 322	12,4	0,29									+						
7	Zapinka	grób 336	14,2	0,213									+						
8	Igła	grób 343	1,6		0,11					o			+				+		+
9	Ostroga	grób 346	28,5	0,037	0,015	0,00			+								o?		

* Ponadto Fe, C, Si, Mn, P, S oraz Al, Ca, Mg, które występowały we wszystkich próbkach

Tabela II. Wyniki obserwacji metalograficznych, pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości przedmiotów żelaznych z Niedanowa

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość kG/mm ²	Twardość Vickersa kG/mm ²
1	Okucie strzały	ferryt*	6	199	} 170
		ferryt	3	202	
2	Krzesiwo	perlit	3	258	} 167
		ferryt	6	142	
3	Nóż	ferryt	3	263	} 91,6
		ferryt*	5	205	
4	Klucz	ferryt	6	152	} 126,4
		perlit	6	251	
5	Szydło	ferryt*	5	247	} 153
		perlit	7	293	
6	Sprzączka	ferryt*	5	172	} 170
7	Zapinka	ferryt*	6	139	
		ferryt	6	191	} 156
		perlit	5	284	
8	Igła	ferryt*	6	182	} —
		perlit	8		
9	Ostroga	perlit	4	232	} 159
		ferryt	**		

* Ponadto wydzielienia fazy A (γ' —Fe₄N?) lub fazy B (α'' —Fe₁₆N₂?)

** Ślady na granicach ziarn

WYNIKI BADAŃ

W tabeli I podano wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z cmentarzyska w Niedanowie, a w tabeli II — wyniki obserwacji metalograficznych, oceny wielkości ziarna metalu, wyniki pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości metalu. Podobne dane dotyczące przedmiotów żelaznych z Bogaczewa-Kuli i Pasymia-Ostrowa zestawiono w tabelach III i IV.

Na rycinie 1 przedstawiono zbadane przedmioty żelazne z Niedanowa, określając przy tym miejsce wycięcia próbek do badań, a na ryc. 2 technologię, tzn. określony w sposób umowny stopień nawęglania (zawartość węgla) metalu na powierzchni próbki, będącej równocześnie poprzecznym przekrojem przedmiotu. W podobny sposób na ryc. 3, 4 podano zestawienie i technologię zbadanych przedmiotów żelaznych z Bogaczewa-Kuli oraz Pasymia-Ostrowa.

WYNIKI BADAŃ PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH Z CMENARZYSKA W NIEDANOWIE

W próbce wyciętej z okucia strzały, znalezionej na terenie aru 212, obserwowano strukturę ferrytyczną, przy czym obok ziarn dość drobnych (klasa wielkości ziarna 6) występowały ziarna dość duże (klasa 3). Ponadto w części drobnodziarnistej były widoczne liczne wydzielienia fazy iglastej, określonej w pracach autora jako faza A (ryc. 5 a). Jest to najprawdopodobniej związek żelaza z azotem o symbolu γ' —Fe₄N, tak bowiem zidentyfikowali podobne wydzielienia w żelazie G. R

Tabela III. Wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z Bogaczewa-Kuli (lp. 10-17) i Pasymia-Ostrowa (lp. 18)

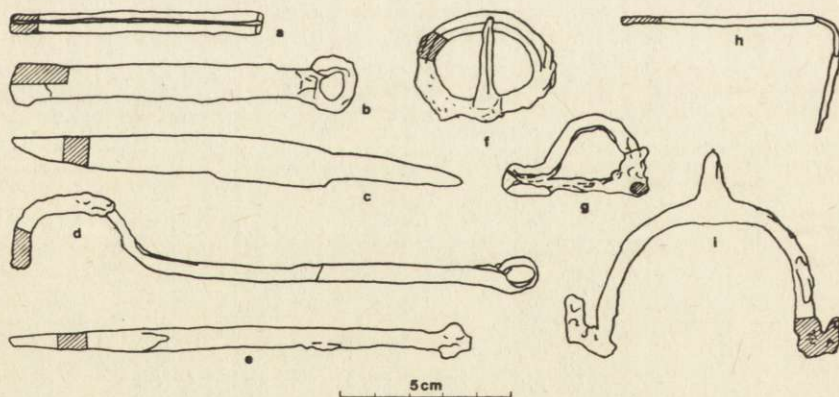
Lp.	Nazwa przedmiotu	Lokalizacja (nr grobu)	Ciężar okazu g	Zawartość w %			Analiza jakościowa*												
				P	Ni	Cu	Ag	As	Ba	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Ti	V	Zn
10	Nóż nr 1	grób 63	18,9	0,045	0,00							o?	+						+
11	Grot włóczni nr 1	grób 107	63,2	0,76	0,015								o						+
12	Grot włóczni nr 2	grób 107	59,2	0,74	0,00								+						+
13	Grot włóczni nr 3	grób 125	95,3	0,054	0,04								+						+
14	Nóż nr 2	grób 125	61,7	0,046	0,054								+		o				+
15	Nóż nr 3	grób 148	91,7	0,09	0,046								+		+		o?		+
16	Umbo	grób 180	441,0	0,48	0,039	0,00			+				+		o				+
17	Szczypce	grób 242	9,0	0,12					o										o
18	Grót włóczni	nr MM/A775	81,0	0,06	0,02												o	o?	o?

* Ponadto Fe, C, Si, Mn, P, S oraz Al, Ca, Mg, które występowały we wszystkich próbkach

Tabela IV. Wyniki obserwacji metalograficznych, pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości przedmiotów żelaznych z Bogaczewa-Kuli (lp. 10-17) i Pasymia-Ostrowia (lp. 18)

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość kG/mm ²	Twardość Vickersa kG/mm ²
10	Nóż nr 1	perlit	6	267	178
		ferryt	7	144	
11	Grot włóczni nr 1	ferryt	2	242	193
12	Grot włóczni nr 2	ferryt*	2	182	235
13	Grot włóczni nr 3	ferryt	7	120	114,2
		perlit	8		
14	Nóż nr 2	ferryt*	3	139	115,9
15	Nóż nr 3	perlit	6	288	221
		ferryt	6	179	
16	Umbo	ferryt	3	162	128,4
17	Szczypce	ferryt	5	114	93,6
		perlit	7	232	
18	Grot włóczni	ferryt	3	126	

* Ponadto wydzielenia iglastej fazy A (γ' -Fe₄N?)

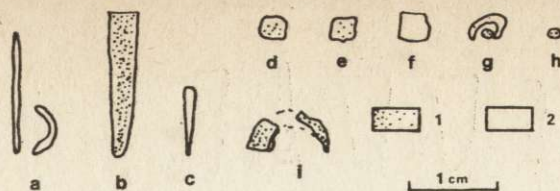


Ryc. 1. Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych

Niedanowo, woj. Olsztyn: a – okucie strzały; b – krzesiwo; c – nóż; d – klucz; e – szydło; f – sprzączka; g – zapinka; h – igła; i – ostroga

Iron objects submitted to investigations

Niedanowo, province of Olsztyn: a – arrow-mount; b – “strike-a-light”; c – knife; d – key; e – awl; f – buckle; g – brooch; h – needle; i – spur

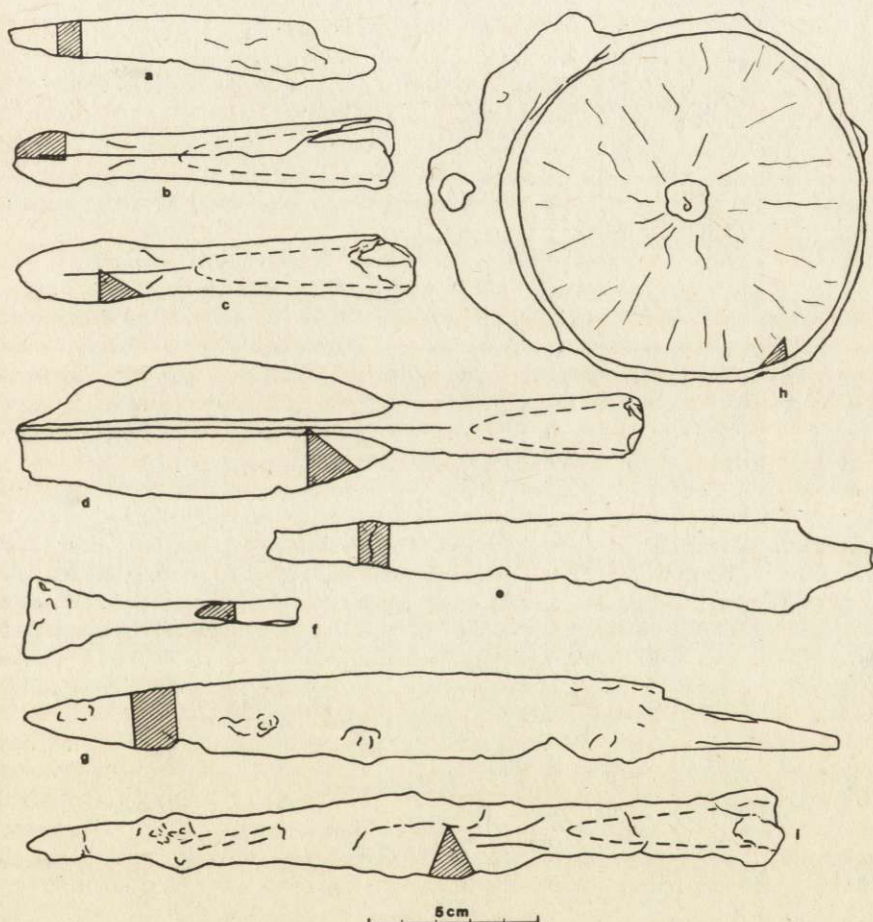


Ryc. 2. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych

Niedanowo, woj. Olsztyn: *a* — okucie strzały; *b* — krzesiwo; *c* — nóż; *d* — klucz; *e* — sztydło; *f* — sprzączka; *g* — zapinka; *h* — igła; *i* — ostroga; *l* — żelazo nawęglone; 2 — żelazo

Technology of the investigated iron objects

Niedanowo, province of Olsztyn: *a* — arrow-mount; *b* — "strike-a-light"; *c* — knife; *d* — key; *e* — awl; *f* — buckle; *g* — brooch; *h* — needle; *i* — spur; *l* — carburized iron; 2 — iron

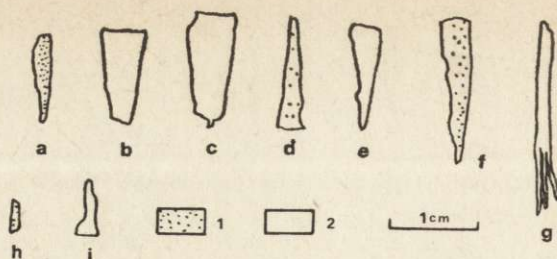


Ryc. 3. Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych

Bogaczewo-Kula, woj. Suwałki: *a* — nóż nr 1; *b* — grot włóczni nr 1; *c* — grot włóczni nr 2; *d* — grot włóczni nr 3; *e* — nóż nr 2; *f* — szczypce; *g* — nóż nr 3; *h* — umbo. Pasym-Ostrów, woj. Olsztyn: *i* — grot włóczni

Iron objects submitted to investigations

Bogaczewo-Kula, province of Suwałki: *a* — knife no. 1; *b* — spearhead no. 1; *c* — spearhead no. 2; *d* — spearhead no. 3; *e* — knife no. 2; *f* — tongs; *g* — knife no. 3; *h* — shield boss. Pasym-Ostrów, province of Olsztyn: *i* — spearhead



Ryc. 4. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych

Bogaczewo-Kula, woj. Suwałki: a — nóż nr 1; b — grot włóczni nr 1; c — grot włóczni nr 2; d — grot włóczni nr 3; e — nóż nr 2; f — nóż nr 3; g — umbo; h — szczypce. Pasym-Ostrów, woj. Olsztyn: i — grot włóczni; 1 — żelazo nawęglone; 2 — żelazo

Technology of the investigated iron objects

Bogaczewo-Kula, province of Suwałki: a — knife no. 1; b — spearhead no. 1; c — spearhead no. 2; d — spearhead no. 3; e — knife no. 2; f — knife no. 3; g — shield boss; h — tongs. Pasym-Ostrów, province of Olsztyn: i — spearhead; 1 — carburized iron; 2 — iron

Booker, J. Norbury, A. L. Sutton⁸. Wtrącenia żużla były nieliczne i trudno określić ich strukturę. Występowały wśród nich wtrącenia o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A według klasyfikacji autora⁹) i, przypuszczalnie, wtrącenia jasne (typ C?).

Okucie strzały wykonane było z wysokofosforowego żelaza niskiej jakości.

Krzyżewo z grobu 264, datowanego na II/III w. n. e., wykute było ze stali twardej (wysokowęglowej) o zawartości ok. 0,7% C. Zawartość fosforu w stali była niska. W strukturze metalu wystąpił perlit i niewielkie ilości ferrytu (ryc. 5 b) i przy powierzchni widoczne było niewielkie odwęglenie. Wtrącenia żużla wykazywały jednolite czarne zabarwienie (typ A); obserwowano także nieliczne wtrącenia o bardziej złożonej strukturze, zawierające nieliczne zaokrąglone wydzielania jasnej fazy na ciemnym tle (typ B). Powtórne oznaczenie stężenia niklu w metalu dało wynik 0,015% Ni.

Struktura noża z grobu 288 z drugiej połowy II w. n. e. była podobna do zaobserwowanej w okuciu strzały. Obok ferrytu o drobnym ziarnie (klasa 5) występowały skupienia ziarn dość dużych (klasa 3). W części drobnoziarnistej widoczne były wydzielania iglastej fazy A (γ' — Fe_4N ?) o długości około 0,08 mm (ryc. 5 c) i wydzielania fazy drobnej o długości poniżej 0,01 mm (określanej w pracach autora jako faza B) (ryc. 5 d). Jest to najprawdopodobniej związek żelaza z azotem α'' — Fe_{16}N_2 , gdyż tak G. R. Booker, J. Norbury i A. L. Sutton¹⁰ określili skład chemiczny podobnych wydzieleni w współczesnej stali. Wtrącenia żużla miały zabarwienie czarne (typ A?), niekiedy jednak nie było ono jednolite. Dwukrotnie powtarzane oznaczenie niklu dało wynik 0,078% i 0,062% Ni.

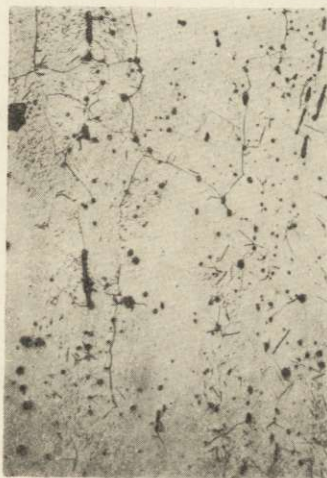
Nóż wykuty był z wysokofosforowego żelaza, podobnego do metalu, z jakiego wykonano okucie strzały.

Struktura klucza znalezionej w grobie 318 (II/III w. n. e.) była ferrytyczno-perlityczna, charakterystyczna dla niskowęglowej stali o zawartości około 0,3% C (ryc. 6 a). Obok wtrąceń żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały wtrącenia jasne (typ C) oraz wtrącenia zawierające nieliczne zaokrąglone wydzielania jasnej fazy na ciemnym tle (typ B).

⁸ G. R. Booker, J. Norbury, A. L. Sutton, *Investigation of nitride precipitation in pure iron and mild steel*, „Journal of the Iron and Steel Institute”, t. 187: 1957, s. 208.

⁹ J. Piaskowski, *Klasyfikacja struktury wtrąceń żużla i jej zastosowanie dla określenia pochodzenia dawnych przedmiotów żelaznych*, Kwart. HKM, t. 17: 1969, s. 61; Wcześniejsze, lecz niepełne opracowanie ogłoszone było w artykule: tenże, *Dalsze badania technologii wyrobów żelaznych na ziemiach polskich w okresie halsztackim i wczesnolateńskim*, Kwart. HKM, t. 11: 1963, z. 1, s. 8.

¹⁰ Booker, Norbury, Sutton, *op. cit.*, s. 211.

*a**b**c**d*

Ryc. 5. Struktura zbadanych przedmiotów

Niedanowo, woj. Olsztyn: *a* — struktura okucia strzały, próbka trawiona azotalem, pow. 100×; *b* — struktura krzesiwa, traw. azotalem, pow. 100×; *c* — struktura noża, traw. azotalem, pow. 100×; *d* — struktura noża pod większym powiększeniem, traw. azotalem, pow. 500×

Structure of the investigated objects

Niedanowo, province of Olsztyn: *a* — structure of the arrow-mount, nital etched sample, ×100; *b* — structure of the "strike-a-light", nital etched, ×100; *c* — structure of the knife, nital etched, ×100; *d* — structure of the knife largely magnified, nital etched, ×500

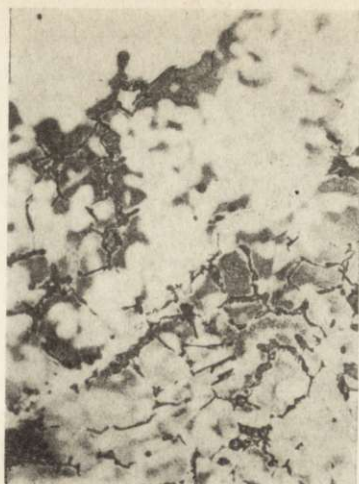
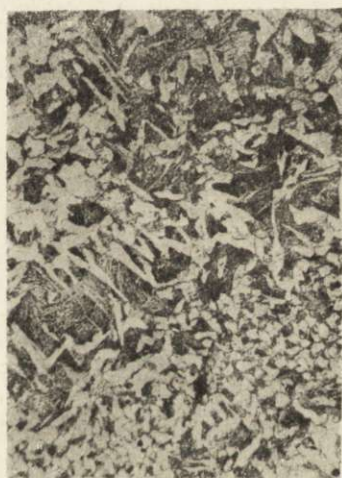
*a**b**c**d*

Ryc. 6. Struktura zbadanych przedmiotów

Niedanowo, woj. Olsztyn: *a* – struktura klucza, traw. azotalem, pow. 100×; *b* – struktura szydła, traw. azotalem, pow. 100×; *c* – struktura szydła pod większym powiększeniem, traw. azotalem, pow. 500×; *d* – struktura sprzączki, traw. azotalem, pow. 100×

Structure of the investigated objects

Niedanowo, province of Olsztyn: *a* – structure of the key, nital etched, ×100; *b* – structure of the awl, nital etched, ×100; *c* – structure of the awl largely magnified, nital etched, ×500; *d* – structure of the buckle, nital etched, ×100

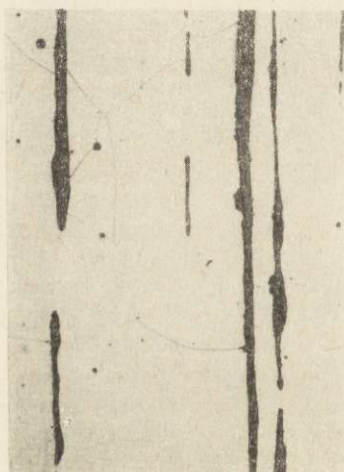
*a**b**c**d*

Ryc. 7. Struktura zbadanych przedmiotów

Niedanowo, woj. Olsztyn: *a* – struktura sprzączki, traw. odczynnikiem Oberhoffera, pow. 100×; *b* – struktura słabiej nawęglonej części zapinki, traw. azotalem, pow. 100×; *c* – struktura silniej nawęglonej części zapinki, traw. azotalem, pow. 100×; *d* – struktura igły, traw. azotalem, pow. 100×

Structure of the investigated objects

Niedanowo, province of Olsztyn: *a* – structure of the buckle, etched with Oberhoffer reagent, ×100; *b* – structure of the less carburized part of the brooch, nital etched, ×100; *c* – structure of the more carburized part of the brooch, nital etched, ×100; *d* – structure of the needle, nital etched, ×100

*a**b**c**d*

Ryc. 8. Struktura zbadanych przedmiotów

Niedanowo, woj. Olsztyn: *a* — struktura ostrogi, traw. azotalem, pow. 100×; Bogaczewo-Kula, woj. Suwałki: *b* — struktura słabiej nawęglonej części noża nr 1, traw. azotalem, pow. 100×; *c* — struktura silniej nawęglonej części noża nr 1, traw. azotalem, pow. 100×; *d* — struktura grota włóczni nr 1, traw. azotalem, pow. 100×

Structure of the investigated objects

Niedanowo, province of Olsztyn: *a* — structure of the spur, nital etched, ×100; Bogaczewo-Kula, province of Suwałki: *b* — structure of the less carburized part of knife no. 1, nital etched, ×100; *c* — structure of the more carburized part of knife no. 1, nital etched, ×100; *d* — structure of spearhead no. 1, nital etched, ×100

Podobną strukturę miało szydło pochodzące z tego samego grobu 318. Obok nielicznych ziarn perlitu obserwowano ziarna ferrytu, na których tle widoczne były wydzielienia iglastej fazy A (γ' -Fe₄N?) o długości do 0,02 mm i wydzielienia drobnej fazy B (α'' -Fe₁₆N₂?) o długości poniżej 0,004 mm (ryc. 6 b, c). Wtrącenia żużla wykazywały przeważnie jednolite czarne zabarwienie (typ A), występowały jednak dość liczne wtrącenia jasne (typ C). Powtórne analizy wykazały 0,055% P i 0,12% Ni.

Szydło zostało wykute ze stali miękkiej, o niskiej zawartości węgla i fosforu.

Struktura sprzączki pochodzącej z grobu 322 była ferrytyczna i wystąpiły w niej liczne wydzielienia iglastej fazy A (γ' -Fe₄N?) o długości sięgającej 0,08 mm i wydzielienia drobnej fazy B (α'' -Fe₁₆N₂?) o długości poniżej 0,01 mm (ryc. 6 d). Wtrącenia żużla wykazywały na ogół czarne zabarwienie (typ A?), niekiedy jednak nie było ono całkiem równomierne. Sprzączka miała więc podobną strukturę do okucia strzały z aru 212 i noża z grobu 288; wykuto ją również z żelaza wysokofosforowego. Dla ujawnienia rozłożenia fosforu próbkę, wyciętą ze sprzączki, wytrawiono odczynnikiem Oberhoffera, który powoduje zaciemnienie miejsc o mniejszym stężeniu tej domieszki. Jak widać z fotografii struktury (ryc. 7 a), rozłożenie fosforu w metalu było nierównomierne, co zresztą w wysokofosforowym żelazie dymarskim jest zjawiskiem pospolitym.

Zapinka, znaleziona w grobie 336 (połowa III w. n. e.), wykazała strukturę stali niskowęglowej o nierównomiernym nawęgleniu i stężeniu węgla zmieniającym się od śladów do około 0,4% C; równolegle struktura przechodziła od ferrytycznej (ryc. 7 b) do ferrytyczno-perlitycznej (ryc. 7 c). W części ferrytycznej obserwowano wydzielienia drobnej fazy B (α'' -Fe₁₆N₂?) o długości poniżej 0,01 mm. Wtrącenia żużla miały na ogół jednolite czarne zabarwienie (typ A); widoczne były także nieliczne wtrącenia zawierające zaokrąglone wydzielienia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B).

Igła z grobu 343, datowanego na III w. n. e., wykazała strukturę ferrytyczną ze śladowymi ilościami perlitu. W metalu wystąpiły także wydzielienia fazy iglastej A (γ' -Fe₄N?) o długości około 0,05 mm (ryc. 7 d). Wtrącenia żużla były nieliczne i bardzo drobne; obok wtrąceń o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) obserwowano jasne (typ C).

W silnie skorodowanej ostrodze wystąpiła struktura perlityczno-ferrytyczna stali wysokowęglowej, zawierającej około 0,7% C (ryc. 8 a). Nieliczne wtrącenia żużla miały jednolite czarne zabarwienie (typ A); możliwe, że w niektórych występowały nieliczne zaokrąglone wydzielienia jasnej fazy (typ B?). Ostroga została wykuta z niskofosforowej stali wysokowęglowej.

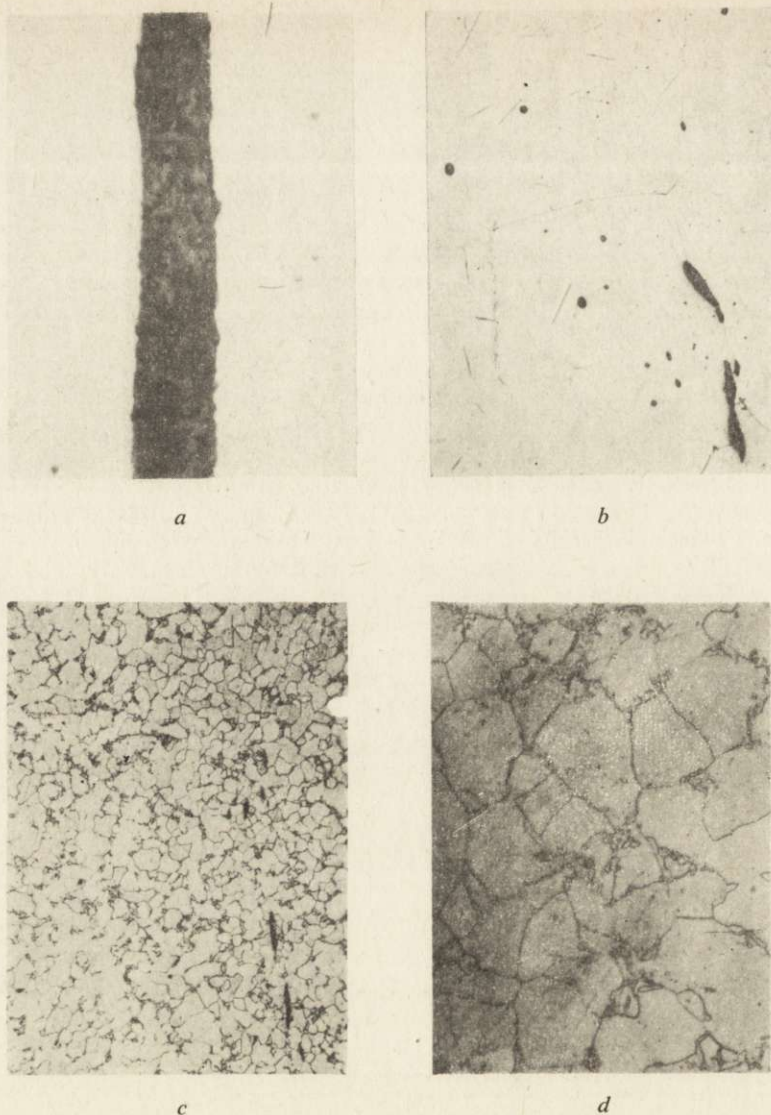
WYNIKI BADAŃ PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH Z CMENTARZYSKA W BOGACZEWIE-KULI

Nóż nr 1, znaleziony w grobie 63, wykazał strukturę ferrytyczno-perlityczną stali o nierównomiernym nawęgleniu, zmieniającym się od około 0,2% C (ryc. 8 b) do około 0,7% C (ryc. 8 c). Postępująca koło wtrąceń żużla korozja utrudniała określenie struktury; przypuszczalnie wtrącenia te miały jednolite czarne zabarwienie (typ A). Powtórna analiza zawartości niklu dała wynik 0,00% Ni.

Grot włóczni nr 1 z grobu 107 wykuty był z gruboziarnistego żelaza o strukturze ferrytycznej (ryc. 8 d). Liczne i duże wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A), niektóre z nich zawierały dendrytyczne wydzielienia jasnej fazy na tle dwufazowym, popielato-czarnej (typ D32; ryc. 9a).

Identyczna, bardzo gruboziarnista struktura ferrytyczna, wystąpiła w grocie włóczni nr 2 (o tym samym kształcie jak grot włóczni nr 1), znalezionym również w grobie 107. W metalu znalazły się nieliczne iglaste wydzielienia, przypuszczalnie fazy A (γ' -Fe₄N?), o długości około 0,05 mm (ryc. 9 b). Wtrącenia żużla miały również na ogół jednolite czarne zabarwienie (typ A), jednak niektóre z nich wykazywały bardziej złożoną strukturę (typ D32?), a więc i one były takie same jak w grocie włóczni nr 1.

Inną strukturę i typ metalu reprezentuje grot włóczni nr 3 z grobu 125. Wykuto go z niskofosforowej stali o nieznacznym stężeniu węgla (około 0,05% C). Struktura składała się z drobnych ziarn ferrytu i śladów perlitu (ryc. 9 c), przy czym występujący w perlicie cementyt w znacznej części

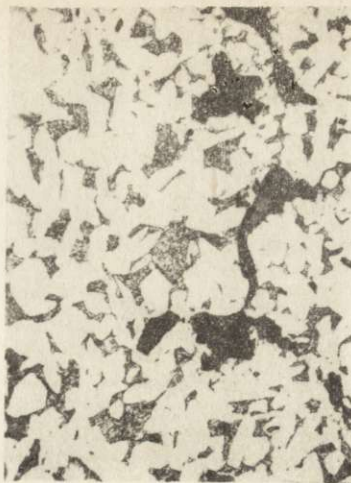


Ryc. 9. Struktura zbadanych przedmiotów

Bogaczewo-Kula, woj. Suwałki: *a* — wtrącenie żużla w grocie włóczni nr 1, nietraw., pow. 500×; *b* — struktura grota włóczni nr 2, traw. azotalem, pow. 100×; *c* — struktura grota włóczni nr 3, traw. azotalem, pow. 100×; *d* — struktura grota włóczni nr 3 pod większym powiększeniem, traw. azotalem, pow. 500×

Structure of the investigated objects

Bogaczewo-Kula, province of Suwałki: *a* — slag inclusions in spearhead no. 1, unetched, ×500; *b* — structure of spearhead no. 2, nital etched, ×100; *c* — structure of spearhead no. 3, nital etched, ×100; *d* — structure of spearhead no. 3 largely magnified, ×500

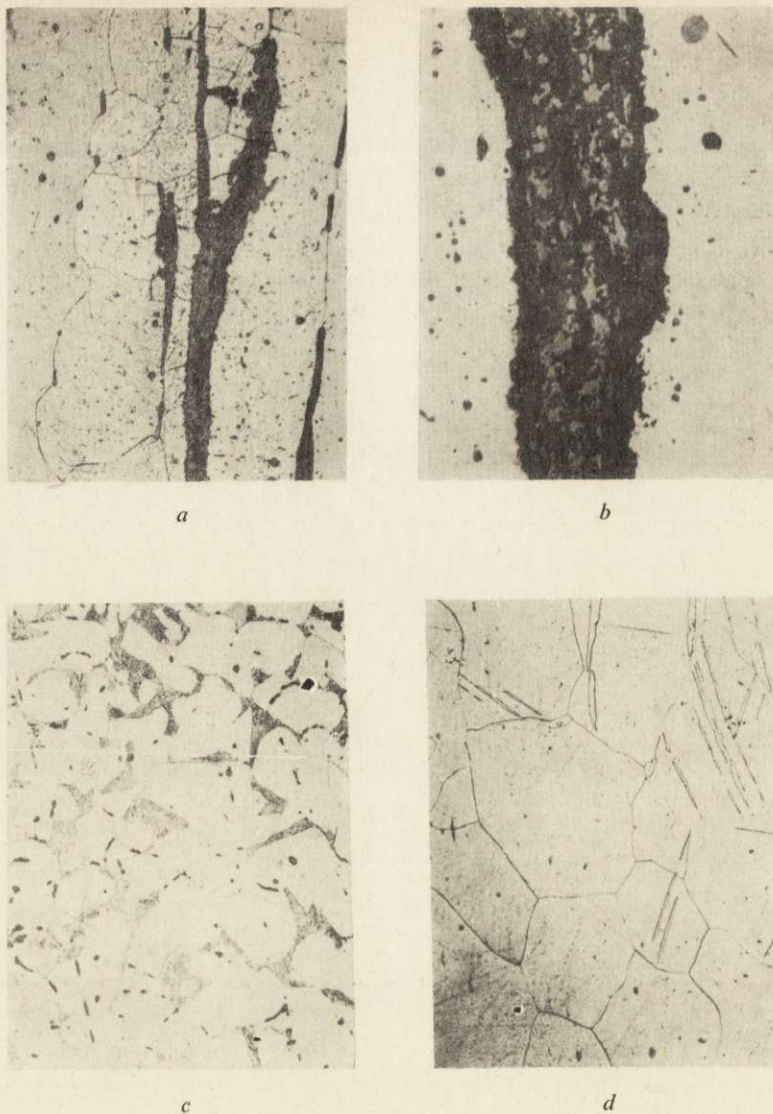
*a**b**c**d*

Ryc. 10. Struktura zbadanych przedmiotów

Bogaczewo-Kula, woj. Suwałki: *a* — struktura noża nr 2, traw. azotalem, pow. 100×; *b* — struktura noża nr 3 w miejscu słabiej nawęglonym, traw. azotalem, pow. 100×; *c* — struktura noża nr 3 w miejscu silniej nawęglonym, traw. azotalem, pow. 100×; *d* — wtrącenia żużla typu B w nożu nr 3, nietraw., pow. 500×

Structure of the investigated objects

Bogaczewo-Kula, province of Suwałki: *a* — structure of knife no. 2, nital etched, ×100; *b* — structure of knife no. 3 in a less carburized spot, nital etched, ×100; *c* — structure of knife no. 3 in a more carburized spot, nital etched, ×100; *d* — slag inclusions of type B in knife no. 3, unetched, ×500



Ryc. 11. Struktura zbadanych przedmiotów

Bogaczewo-Kula, woj. Suwałki: *a* — struktura umby, nietraw., pow. 100×; *b* — wtrącenia żużla w umbie, nietraw., pow. 500×; *c* — struktura szczypiec, traw. azotalem, pow. 100×. Pasym-Ostrów, woj. Olsztyn: *d* — struktura grota włóczni, traw. azotalem, pow. 100×

Structure of the investigated objects

Bogaczewo-Kula, province of Suwałki: *a* — structure of the shield boss, unetched, ×100; *b* — slag inclusions in the shield boss, unetched, ×500; *c* — structure of the tongs, nital etched, ×100; Pasym-Ostrów, province of Olsztyn: *d* — structure of the spearhead, nital etched, ×100

miał postać kulkową (ryc. 9 d). Wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A), bardzo nieliczne z nich były jasne (typ C). Powtórna analiza zawartości niklu dała wynik 0,04% Ni.

Pochodzący z tego samego grobu 125 nóż nr 3 wykazał ferrytyczną strukturę oraz wydzielienia iglastej fazy A (γ' -Fe₄N?) o długości poniżej 0,03 mm (ryc. 10 a). Wtrącenia żużla były bardzo drobne i nieliczne, posiadały na ogół jednolite czarne zabarwienie (typ A), w paru większych wtrąceniach wystąpiła bardziej złożona struktura (typ B lub D1). Powtórne analizy wykazały zawartość 0,043% P i 0,07% P oraz 0,07% Ni. Nóż wykuty został z niskofosforowego żelaza.

Nóż nr 3 z grobu 148 wykonany był z niskofosforowej stali o strukturze ferrytyczno-perlitycznej. Nawęglenie metalu było nierównomierne i zmieniało się od około 0,3% C (ryc. 10b) do około 0,7% C (ryc. 10 c). Obok wtrąceń żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały wtrącenia zawierające pewne ilości zaokrąglonych wydzieli jasnej fazy na ciemnym tle (typ B, lub D1 ryc. 10d).

Gruboziarnistą ferrytyczną strukturę wysokofosforowego żelaza obserwowano w umbie znalezionym w grobie 180. W strukturze umba wystąpiły także wydzielienia fazy B (α'' - Fe₁₆N₂?) o długości poniżej 0,01 mm (ryc. 11a). Wtrącenia żużla miały jednolite czarne zabarwienie (typ A), niektóre z nich posiadały wydzielienia o strukturze bardziej złożonej, jasne, popielate i czarne (ryc. 11b); możliwe zresztą, że obok tych wtrąceń nastąpiła korozja. Powtórna analiza chemiczna metalu wykazała 0,03% Ni.

W szczypcach znalezionych w grobie 242 zaobserwowano strukturę ferrytyczno-perlityczną stali niskowęglowej o zawartości ok. 0,1% C (ryc. 11c). Wtrącenia żużla posiadały strukturę o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A).

WYNIKI BADAŃ GROTA WŁÓCZNI Z GRODZISKA W PASYMIU-OSTROWIE

Jedynym zbadanym przedmiotem z grodziska w Pasymiu-Ostrowie był grot włóczni. Jego struktura była gruboziarnista, ferrytyczna (ryc. 11d). Wtrącenia żużla były bardzo drobne i nieliczne, co utrudniało identyfikację ich struktury. Obok wtrąceń o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) natrafiono na pojedyncze wtrącenia jasne (typ C). Powtórna analiza zawartości niklu dała wynik 0,04% Ni.

OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Wszystkie zbadane przedmioty z Niedanowa, Bogaczewa-Kuli i Pasymia-Ostrowia wykute były z żelaza dymarskiego, a ich technika wykonania ograniczała się do przeróbki kowalskiej na gorąco. Przy wyrobie nie stosowano utwardzania przez nawęglanie (wtórne) i zgrzewania żelaza oraz stali. Ponieważ wszystkie przedmioty — z wyjątkiem żelaznego grota włóczni z Pasymia-Ostrowia — pochodzą z cmentarzysk ciepłopalnych, nie można było stwierdzić, czy były one poddane obróbce cieplnej. W każdym razie tylko w krzesiwie i ostrodze z Niedanowa oraz nożach nr 1, 3 z Bogaczewa-Kuli zawartość węgla była na tyle wysoka, aby obróbka taka mogła mieć widoczny wpływ na własności metalu (obróbka cieplna zapinki z Niedanowa nie miałaby technicznego uzasadnienia).

Na podkreślenie zasługuje częste występowanie w metalu wydzieli fazy A, B, czyli azotków. Obserwowano je nie tylko w metalu niskofosforowym (szydło, zapinka i igła z Niedanowa oraz nóż nr 2 z Bogaczewa-Kuli), co jest zjawiskiem dość pospolitym w materiałach żelaznych kultury przeworskiej (a także we wcześniejszych zespołach kultury grobów kloszowych, pomorskiej i łuzycyckiej), lecz także w wyrobach z żelaza wysokofosforowego. Wydzielienia te wystąpiły we wszystkich trzech takich okazach z Niedanowa (okucie strzały, nóż i sprzączka) oraz w grocie włóczni nr 2 z Bogaczewa-Kuli. Wśród 17 zbadanych przedmiotów żelaznych z obu tych stanowisk wydzielienia azotków zaobserwowano w 8 okazach, co stanowi 47,1%.

Przyczyny występowania wydzieli fazy A, B (azotków) w dawnych wyrobach z żelaza dymarskiego nie zostały ustalone. Niewątpliwie konieczne jest odpowiednie nasycenie metalu azotem,

nie wiadomo jednak, czy nasycenie takie następowało zawsze we wszystkich ośrodkach hutniczych i było związane z procesem metalurgicznym, czy też występowanie azotków było wynikiem tylko określonych warunków termicznych (wyżarzania przedmiotów) podczas obrządku ciałopalnego, czy wreszcie o zjawisku decydowały różnice zawartości azotu w metalu, uwarunkowane pewnymi odmiennosciami w procesie technologicznym jego wytopu.

Badania autora wykazały, że wydzielania azotków występują w wyrobach żelaznych pochodzących z cmentarzysk ciałopalnych kultury przeworskiej, natomiast wydzieleń tych nie obserwuje się w materiałach z osad. O ile wśród 264 przedmiotów żelaznych z cmentarzysk tej kultury wydzielania azotków stwierdzono w 91 okazach (tj. 34,5%), to w 83 zbadanych przedmiotach z 11 osad na terenie Polski Środkowej, Małopolski i Śląska ich nie zauważono.

Jednak nie tylko obrządek pogrzebowy (wyżarzanie) był przyczyną wydzielania azotków, wyraźnie różnice występują w różnych zespołach kulturowych, tj. na różnych obszarach. Świadczy o tym tablica V, w której przedstawiono udziały przedmiotów żelaznych zawierających wydzielanie fazy A i B (azotków) pochodzących z cmentarzysk ciałopalnych różnych zespołów kulturowych. W niektórych przypadkach ilości zbadanych okazów są niewielkie, dlatego uzyskane wyniki mogą być przypadkowe, pomimo to jednak różnice są widoczne. Ocenę ilości okazów ułatwi podział kultury przeworskiej na kilka obszarów i porównanie udziału przedmiotów zawierających azotki w mniej licznych grupach zabytków.

Tak więc wydzielania azotków występują bardzo często w przedmiotach żelaznych kultury przeworskiej, zwłaszcza z północnego Mazowsza (Kołożąb, woj. Ciechanów i Węgra), rzadziej zaś w materiałach grupy nidzickiej lub kultury jastorfskiej. Bardzo niski jest udział okazów zawierających azotki w przedmiotach żelaznych kultury oksywskiej i wielbarskiej (Odry, woj. Bydgoszcz i Węsiory, woj. Gdańsk), a w materiałach jaćwieskich (Szwajcaria) oraz wschodniobałtyjskich (Miežany i Sudata) nie stwierdzono w ogóle ich występowania. Przynajmniej jeśli chodzi o materiały bałtyjskie i kultury oksywskiej, ilości zbadanych okazów są na tyle duże, że można stwierdzić wyraźną różnicę częstotliwości występowania azotków.

Proces wydzielania azotków we współczesnej stali śledzili B. E. Hopkins i H. R. Tiller¹¹. Zaobserwowali oni, że przy powolnym stygnięciu (np. w piecu laboratoryjnym) od temperatury 950°C w żelazie zawierającym ok. 0,01% N₂ wydziela się iglasta faza γ' — Fe₄N, a przy szybszym chłodzeniu — w powietrzu — faza α'' — Fe₁₆N₂. Szybkie chłodzenie w wodzie powoduje zatrzymanie procesu wydzielania azotków. Ponowne ogrzewanie stali studzonej w wodzie powodowało wydzielanie iglastej fazy γ' — Fe₄N. Stopniowy wzrost iglastych wydzieleń azotków podczas wygrzewania w temperaturze 100-200°C próbek studzonych w wodzie od temperatury azotowania (550°C) obserwowali także W. Köster i L. Bangert¹².

Wydaje się więc, że chociaż warunki termiczne ciałopalenia miały istotny wpływ na wydzielanie azotków z roztworu, jednak uzależnione było ono także od stężenia azotu w metalu, zapewne różne w metalu pochodzącym z różnych ośrodków hutniczych. W tym świetle obecność wydzieleń faz A i B (azotków) może być rozważana jako jedna z cech wskazujących na pochodzenie przedmiotów z żelaza dymarskiego lub metalu użytego do ich wyrobu. Uwzględniono więc tę cechę w dalszych rozważaniach.

Ogólnie można stwierdzić, że rodzaje metalu i technologia zbadanych przedmiotów z Niedanowa, Bogaczewa-Kuli i Pasyimia-Ostrowa, ograniczająca się do przeróbki kowalskiej na gorąco, są podobne do występujących powszechnie na ziemiach Polski przed okresem wędrówek ludów (tj. przed V/VI w.n.e.)¹³. Na podkreślenie zasługuje fakt, że pomimo zbadania 18 przedmiotów nie natrafiono ani razu na technikę nawęglania (wtórne) i zgrzewania żelaza i stali.

¹¹ B. E. Hopkins, H. R. Tiller, *Effect of heat-treatment on the brittleness of high-purity iron-nitrogen alloys*, „Journal of the Iron and Steel Institute”, t. 177: 1954, t. 1, s. 110.

¹² W. Köster, L. Bangert, *Die Teilchengröße des Eisenitrids bei der Ausscheidung aus einem am Kohlenstoff und Stickstoff übersättigten α -Eisen*, „Archiv für das Eisenhüttenwesen”, t. 25: 1954, z. 5-6, s. 231.

¹³ Por. J. Piaskowski, *Zagadnienie praojczyzny Słowian w świetle metaloznawczych badań dawnych przedmiotów żelaznych*, AAC, t. 5: 1963, t. 1-2, s. 225.

W obecnej chwili brak niestety analiz żużla z okolic tych stanowisk, co powoduje, że przedstawiony podział zbadanych przedmiotów i określenie ich pochodzenia są oparte na doświadczeniach z pozostałych części Polski i mają tylko charakter hipotez wymagających potwierdzenia w dalszych badaniach.

Ze zbadanych materiałów można wydzielić grupę przedmiotów wykonanych z żelaza o wysokiej zawartości fosforu. Należą tu: okucie strzały, nóż i sprzączka z Niedanowa oraz grotu włóczni nr 1, 2 i umbo z Bogaczewa-Kuli, a więc 6 przedmiotów (33,3% zbadanych okazów). Jak wynika z dotychczasowych prac autora, metal tego rodzaju był wytapiany z wysokofosforowych rud żelaza (zapewne darniowej, bagiennej itp.), jakie występują pospolicie na ziemiach Polski. Przedmioty należące do tej grupy mogły zresztą pochodzić z różnych ośrodków hutniczych, wśród nich należy szukać wyrobów miejscowych.

Żelazo wysokofosforowe reprezentowało metal niskiej jakości, kruchy, i ustępowało metalowi, jaki użyty został do wyrobu drugiej grupy zbadanych przedmiotów, do której zaliczano wyroby z żelaza (bądź stali) o różnym, niekiedy nierównomiernym nawęgleniu i niskiej zawartości fosforu (poniżej ok. 0,2% P). Były to: krzesiwo, klucz, szydło, ostroga, a być może także zapinka i igła z Niedanowa oraz noże nr 1, 3, a przypuszczalnie także szczypce z Bogaczewa-Kuli, czyli 6-9 przedmiotów, co stanowi 33,3-50,0% zbadanych materiałów. Metal użyty do wyrobu tych przedmiotów był wysokiej jakości, a ściślej cechując go najwyższe własności, gdyż charakterystyka tej grupy przedmiotów pokrywa się z cechami wyrobów „świętokrzyskich”. Można więc wystąpić z tezą, że przedmioty te — lub przynajmniej przeważająca ich część — pochodziły z wielkiego starożytnego ośrodka hutniczego w rejonie Gór Świętokrzyskich.

Do grupy tych przedmiotów nie włączono grotu włóczni nr 3 oraz noża nr 2 z Bogaczewa-Kuli. Ten ostatni został wykonany z niskofosforowego żelaza prawie nie nawęglonego, podobnie jak i grot włóczni z Pasymia-Ostrowa; możliwe, że oba przedmioty — choć pochodzą z różnych okresów — wykonano z metalu wytopionego w tym samym ośrodku.

Pochodzenia noża nr 2 z Bogaczewa-Kuli i grotu włóczni z Pasymia-Ostrowa nie można w tej chwili wskazać, podobnie jak i grotu włóczni nr 3 z pierwszego z tych stanowisk.

Grot włóczni nr 3 z Bogaczewa-Kuli wykazuje podobieństwo formy (kształt liścia i żebra) oraz metalu (drobnoziarniste, nieznacznie nawęglone żelazo) do jaćwieskiego grotu włóczni nr 1 ze Szwajcarii¹⁴, można więc wnioskować o ich wspólnym pochodzeniu.

Zaliczając wspomnianą grupę przedmiotów z żelaza niskofosforowego o różnym stopniu nawęglania do wyrobów „świętokrzyskich”, należałoby jeszcze rozważyć, czy nie powinno się ich włączyć do podobnej grupy wyrobów występujących wśród materiałów kultury oksywskiej (z Pomorza zachodniego) i grupy nidzickiej. Wśród materiałów z tych ostatnich zespołów kulturowych wyróżniono trzy grupy przedmiotów: wyroby z żelaza wysokofosforowego, wyroby ze stali niskowęglowej o niskiej zawartości fosforu, wyroby ze stali wysokowęglowej, dość równomiernie nawęglonej, o niskiej zawartości fosforu (metal ten używany był niemal wyłącznie do wyrobu mieczów i grotów włóczni).

Wyroby z żelaza wysokofosforowego, które mogły być wykonywane niemal na całym obszarze Polski, nie są tu zjawiskiem charakterystycznym; jeden z pięciu należących do tej grupy przedmiotów, nóż sierpikowaty nr 2 ze Słupska, zawierał także wydzielenia fazy A (γ' -Fe₄N₂?).

Wśród zbadanych materiałów jedynie w krzesiwie i w ostrodze z Niedanowa wystąpiła równomiernie nawęglona twarda (wysokowęglowa) stal. Oba te okazy mogą być jednak zaliczone zarówno do trzeciej grupy wyrobów kultury oksywskiej (z Pomorza Zachodniego), jak i do wyrobów „świętokrzyskich”. W obecnej chwili nie dysponujemy żadnymi danymi o technologii krzesiw i ostróg ludności kultury oksywskiej (ze względu na brak badań), znane są natomiast tego rodzaju wyroby kultury przeworskiej, prawie zawsze reprezentujące cechy żelaza „świętokrzyskiego”; co więcej, wszystkie zbadane krzesiwa tej kultury wykonane były ze stali twardej (zawierającej 0,5-0,8% C) lub półtwardej (0,3-0,5% C)¹⁵. Ponadto oba omawiane przedmioty mają kształt bardzo podobny

¹⁴ Piaskowski, *Badania metaloznawcze przedmiotów żelaznych z kurhanów...*, s. 59.

¹⁵ J. Piaskowski, *Wyroby żelazne hutników świętokrzyskich w okresie późnonaleśnickim i rzymskim, ich rozpowszechnienie i ocena jakości* (w przygotowaniu do druku).

do krzesiw i ostróg kultury przeworskiej. Dlatego, przynajmniej na aktualnym etapie badań, krzesiwo i ostróg z Niedanowa zaliczono do wyrobów „świętokrzyskich”. Ponadto klucz z Niedanowa ma również kształt i strukturę występującą w zbadanych kluczach kultury przeworskiej.

Ogólnie więc podobieństwa wskazują na powiązanie zbadanych okazów wykonanych z żelaza o różnym nawęgleniu i o niskiej zawartości fosforu z wyrobami „świętokrzyskimi” i z kulturą przeworską, brak natomiast wyraźniejszych podstaw do łączenia ich z materiałami kultury oksywskiej, ewentualnie za pośrednictwem grupy nidzickiej (Dobrzankowo). Przemawia za tym również udział przedmiotów żelaznych, zawierających wydzielenia azotków (por. tabela V).

Tabela V. Udziały przedmiotów żelaznych zawierających azotki w materiałach z cmentarzysk ciałopalnych, należących do różnych zespołów kulturowych

Zespół kulturowy	Liczba zbadanych przedmiotów żelaznych	Udział przedmiotów zawierających wydzielenia azotków w procentach
Kultura przeworska:		
Wielkopolska	59	32,2
Śląsk Opolski	30	33,3
Dolny Śląsk	17	35,3
Polska Środkowa	47	40,4
Małopolska	73	27,4
Mazowsze północne	38	44,7
Ogółem	264	34,5
Grupa nidzicka	27	23,1
Zachodnia Ukraina	19	15,8
Kultura jastorfska	20	15,0
Kultura oksywska z Pomorza Zachodniego	55	7,3
Kultura wielbarska	14	7,1
Materiały jaćwieskie	9	0
Materiały bałtyjskie z Litwy południowej	24	0
Niedanowo, Bogaczewo-Kula	17	47,0

Podobnie wśród zbadanych materiałów z Niedanowa, Bogaczewa-Kuli i Pasymia-Ostrowa nie stwierdzono powiązań z przedmiotami żelaznymi z Litwy południowej (Mieżany i Sudata), gdzie występuje wysokofosforowe żelazo, także dość silnie nawęglone, zawierające przeważnie wtrącenia żużla o złożonej strukturze wielofazowej.

Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że ludność, do której należały cmentarzyska w Niedanowie i Bogaczewie-Kuli, w przeważającej części (35,3-52,9%) korzystała z wyrobów „świętokrzyskich”, chociaż dość znaczny procent (35,3%) przedmiotów wykonany był z wysokofosforowego żelaza niskiej jakości, wśród których znajdować się mogły wyroby miejscowe (nóż z Niedanowa, groty włócznie nr 1, 2 z Bogaczewa-Kuli).

Udział wyrobów „świętokrzyskich” wśród materiałów z Niedanowa jest nieco większy, co jest zrozumiałe ze względu na położenie geograficzne obu tych stanowisk. Byłaby to więc identyczna sytuacja, jak na obszarze kultury przeworskiej z tym, że udział wyrobów „świętokrzyskich” jest tu nieco mniejszy, aniżeli obserwuje się zwykle w okresie późnolateńskim i rzymskim na terenie Małopolski, środkowej Polski i południowej Wielkopolski; można to wytłumaczyć większą odległością od ośrodka świętokrzyskiego.

Wniosek ten, pokrywający się z wynikami badań przedmiotów żelaznych z Węgry, gdzie podane badaniom dwa groty włóczni i umbo z III-IV w.n.e. wykazały cechy wyrobów „świętokrzyskich”, w odniesieniu do materiałów z Niedanowa nie jest zaskakujący, gdyż wspomniane wyroby występują pospolicie na terenie pobliskiego południowego Mazowsza (Kołożąb i Wólka Łasiecka, woj. Skierniewice).

Interesujące są natomiast wyniki badań przedmiotów żelaznych z odległego Bogaczewa-Kuli. Wśród zbadanych materiałów z tego stanowiska wystąpiły dwa lub trzy wyroby „świętokrzyskie” (noże nr 1, 3, ewentualnie szczypce), również umbo wykute z żelaza wysokofosforowego mogło pochodzić z obszaru kultury przeworskiej (występują tam umbo z takiego żelaza — umbo z Grodziska).

Do wyrobów wykonanych ewentualnie przez plemię zamieszkujące okolice cmentarzyska w Bogaczewie-Kuli zaliczyć można tylko dwa groty włóczni nr 1, 2 odznaczające się bardzo niewykształconą formą, świadczącą o prymitywnej technice kowalskiej. Udział miejscowych wyrobów żelaznych (jeśli i one nie były importami) jest więc niewielki. Ludność z rejonu obu stanowisk nie miała rozwiniętego własnego hutnictwa żelaza, jakie posiadali — jak się wydaje — Jaćwingowie oraz plemię bałtyjskie zamieszkujące południową Litwę (Mieżany i Sudata).

Jeśli badania dalszych materiałów potwierdzą dotychczasowe wyniki (jako że ilość zbadanych starożytnych przedmiotów żelaznych z tego terenu jest niewątpliwie zbyt mała), wówczas można będzie wystąpić z twierdzeniem, że w okresie późnorzymskim (lub może i nieco wcześniej) na terenie Pojezierza Mazurskiego nastąpiła penetracja dużej ilości „wyrobów świętokrzyskich”.

Wiadomo ze źródeł rzymskich, że Wenedowie, zamieszkujący na północ od Pojezierza Mazurskiego, na wybrzeżu Bałtyku dokonywali dalekich najazdów na południe, dochodząc do Karpat¹⁶, i w ten sposób wyroby z ośrodka świętokrzyskiego mogły dostać się do ich rąk jako zdobycz. Poza tym — niezależnie od ewentualnej wymiany handlowej — wyroby te mogli również uzyskiwać w formie daniny.

Na podstawie samych badań metalograficznych nie można w tym przypadku wystąpić z żadną hipotezą dotyczącą przebiegu tych zmian, tj. czy zamieszkująca Pojezierze Mazurskie ludność została podbita przez plemiona kultury przeworskiej, czy też tylko nawiązała z nimi bliższe kontakty gospodarcze, importując m. in. wyroby żelazne; możliwe jest również, zwłaszcza jeśli chodzi o ludność zamieszkującą w okresie rzymskim okolice Bogaczewa-Kuli, że wyroby „świętokrzyskie” były jej zdobyczą. Zagadnienie to winno być tematem studiów archeologicznych.

*Instytut Odlewnictwa
w Krakowie*

METALLOGRAPHIC INVESTIGATIONS OF IRON OBJECTS FROM NIEDANOWO AND PASYM-OSTRÓW, PROVINCE OF OLSZTYN, AND FROM BOGACZEWO-KULA, PROVINCE OF SUWAŁKI

The metallographic investigations of 18 ancient iron objects included quantitative and qualitative chemical analyses, metallographic observations with the classification of the grain size, micro-hardness measurements and measurements of metal hardness.

The following objects were made of iron with high phosphorus content (over 0.21% P): the arrow-mount, the buckle and the knife from Niedanowo as well as spearheads nos. 1 and 2 and the shield boss from Bogaczewo-Kula.

The remaining objects were made of iron with low phosphorus content and varied amount of carbon. On the basis of the metal structure and from it is possible to regard the following objects

¹⁶ Dokonywali napadów nawet na Peucynów, którzy zamieszkiwali na północnych stokach Karpat. Por. Tacitus, „Germania” 45. Por. M. Plezia, *Greckie i łacińskie źródła do najstarszych dziejów Słowian*, Prace Etnograficzne, t. 3, Poznań-Kraków 1952, s. 35.

as "świętokrzyskie" products characteristic of the Przeworsk culture: the "strike-a-light", the key, the awl, the spur and probably the brooch and needle from Niedanowo as well as knives nos. 1 and 3 and possibly also the tongs from Bogaczewo-Kula.

Knife no. 2 from Bogaczewo-Kula and the spearhead from the earthwork at Pasym-Ostrów (6th-7th cent.) were made of iron with low phosphorus content and with a purely ferritic structure. Spearhead no. 3 from Bogaczewo-Kula has shape and metal structure similar to the products of the Yatvingians.

The examined objects were heat worked by the smith. No traces of carburization or welding of iron and steel have been detected. Nor was it possible to observe the use of heat treatment since the material from Niedanowo and Bogaczewo-Kula come from cremation cemeteries and were subject to annealing.

Generally, the studies performed incite the association of the iron objects from Niedanowo and Bogaczewo-Kula with the metallurgical centre in the Świętokrzyskie Mountains and with the Przeworsk culture. The local iron production — had it ever existed — was a small-scale one.