

## *Okres lateński i wpływów rzymskich*

JERZY PIASKOWSKI

### DALSZE BADANIA METALOZNAWCZE STAROŻYTNYCH PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH Z CMENTARZYSKA CIAŁOPALNEGO W NIEDANOWIE, WOJ. OLSZTYN

Dotychczas poddano badaniom metaloznawczym 9 przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Niedanowie, woj. Olsztyn<sup>1</sup>, jednak znaczenie tego stanowiska dla archeologii tej części kraju było tak duże, że podjęto analizy dalszych 24 przedmiotów. Te dodatkowe badania pozwoliły na pełniejszą ocenę rodzajów metalu i stosowanej technologii przedmiotów żelaznych, używanych przez ludność zamieszkującą te tereny w okresie późnolateńskim i rzymskim.

Za udostępnienie dodatkowych przedmiotów żelaznych autor składa podziękowanie Dyrektorowi Muzeum Warmii i Mazur mgr. Władysławowi Ogrodzińskiemu oraz mgr Włodzimierzowi Ziemińskiej-Odojowej za wybór i dane archeologiczne, w szczególności dotyczące datowania.

#### ZESTAWIENIE ZBADANYCH MATERIAŁÓW

Do badań przeznaczono dwadzieścia cztery przedmioty żelazne, a mianowicie: dwa okazy z okresu przedrzymskiego (dwa szydła), sześć przedmiotów datowanych ogólnie na okres rzymski (igła, zapinka, nóż, okucie, końcówka pasa, szydło), trzy z określeniem fazy B1 (brzytwa, nóż, zapinka) i dziesięć — pochodzących z fazy B2 okresu rzymskiego (trzy sprzączki, dwie zapinki, dwa fragmenty okuć, ostroga, brzytwa, klucz), a ponadto trzy okazy z późnego okresu rzymskiego (fragment, okucie pasa, sprzączka).

Należy dodać, że w pierwszej serii analiz poddano badaniom krzesiwo, nóż, klucz, szydło, sprzączkę, zapinkę, igłę, ostrogę i okucie strzały; pochodziły one głównie z wykopalisk przeprowadzonych w 1965 r. na terenie części cmentarzyska, gdzie znajdowały się groby z II–IV w. n.e.

#### METODY BADAŃ I SPOSÓB ZESTAWIENIA WYNIKÓW

Metody badań i sposób zestawienia wyników były identyczne z innymi w podobnych pracach autora<sup>2</sup>, z tym że zawartość fosforu oznaczano metodą fotometryczną, a zawartość niklu i miedzi — metodą absorpcji atomowej. Obserwacje metalograficzne prowadzono przy użyciu powiększenia 100 i 500 ×, trawiąc próbki 4% roztworem kwasu azotowego w alkoholu etylowym (azotal). Dla ujawnienia segregacji fosforu stosowano odczynnik Oberhoffera. Wielkość ziarna określano zgodnie z normą PN-66/H-04507. Przy pomiarach mikrotwardości stosowano aparat Hanemanna i obciąż-

<sup>1</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z Niedanowa i Pasymia, woj. Olsztyn i Bogaczewa-Kuli, woj. Suwałki*, Spraw. Arch., t. 34, 1983, s. 201–222.

<sup>2</sup> J. Piaskowski, *Badania metaloznawcze w badaniach zabytków archeologicznych*, Spraw. Arch., t. 3, 1957, s. 284.

żenie 50 g w ciągu 15 s; każdy wynik jest średnim z pięciu pomiarów. Badania twardości metalu przeprowadzono sposobem Vickersa (według normy PN-78/H-04360), stosując obciążenie 10 kG w ciągu 30 s. Każdy wynik jest średnim z 2-3 pomiarów.

### WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 podano wyniki ilościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z cementarzystka z Niedanowa, a w tabeli 2 — wyniki obserwacji metalograficznych, oceny wielkości ziarna metalu, wyniki pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości metalu. Na ryc. 1 przedstawiono zbadane przedmioty żelazne z Niedanowa, określając przy tym miejsce wycięcia próbek do badań, a na ryc. 2 — technologię, tzn. określony w sposób umowy stopień nawęglenia (zawartość węgla) metalu na powierzchni próbki, będący równocześnie przekrojem poprzecznym przedmiotu.

Tabela 1. Zestawienie i wyniki ilościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z Niedanowa

Nazwa przedmiotu	Nr grobu	Masa g	Zawartość w %		
			P	Ni	Cu
Brzytwa nr 1	22	20,2	0,45	0,003	0,011
Szydło nr 2	48	6,2	0,17	0,083	0,021
Igła nr 2	50	2,1	0,25		
Sprzączka nr 2	91	3,1	0,01	0,026	0,065
Szydło nr 3	94	6,7	0,06	0,246	0,037
Nóż nr 2	98	3,8	0,49	0,014	0,034
Fragment	120	0,1			
Okucie pasa nr 1	131	0,9	0,03	0,049	0,034
Zapinka nr 2	209	2,2	0,20		
Zapinka nr 3	255	14,2	0,07	0,006	0,034
Nóż nr 3	256	13,8	0,48	0,006	0,014
Zapinka nr 4	257	13,0	0,19	0,018	0,068
Ostroga nr 2	401	21,6	0,11	0,008	0,025
Okucie nr 2	405	4,1	0,80	0,011	0,016
Sprzączka nr 3	408	4,8	0,02	0,023	0,053
Okucie nr 3	412	6,2	0,05	0,061	0,036
Zapinka nr 5	415	3,8	0,035	0,024	0,015
Sprzączka nr 4	417	9,1	0,42	0,008	0,023*
			0,76	0,003	0,008**
Końcówka pasa	581	4,6	0,35	0,004	0,026
Brzytwa nr 2	596	12,1	0,04	0,094	0,164
Okucie nr 4	596	1,5	0,40		
Kłucz nr 2	600	11,8	0,07	0,03	0,013
Sprzączka nr 5	609	2,0	0,04	0,050	0,072
Szydło nr 4	611	1,5	0,50	0,012	0,038

\* trzpień

\*\* kabłąk

Tabela 2. Wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości przedmiotów żelaznych z Niedanowa

Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość $H_m$	Twardość Vickersa $H_v$
Brzytwa nr 1	ferryt*	5	306	236
Szydło nr 2	ferryt	3	271	165
	ferryt*	5	164	
Igła nr 2	perlit	4	141	96,7
	ferryt*	5		
Sprzączka nr 2	perlit	śl.		
Szydło nr 3	ferryt	4	249	182
	ferryt	6	148	129,8
Nóż nr 2	perlit	3	218	
	ferryt*	6	239	143,9
Fragment	ferryt	6	336	
	ferryt*	6	140	
Okucie pasa nr 1	ferryt	7	152	157
	perlit	śl.		
Zapinka nr 2	ferryt*	6	198	139,2
Zapinka nr 3	ferryt	6	158	125,8
	ferryt	7	168	
	perlit	8	286	
Nóż nr 3	ferryt	2	290	175
	ferryt	2	224	
	sorbit (?)			
Zapinka nr 4	ferryt	2	224	154
	srebro (?)		90	
Ostroga nr 2	ferryt	7	163	129,1
	perlit	4	307	
1. Kabłąk	ferryt*	7	169	121,3
	perlit	7	298	
2. Nit	ferryt*	6	173	129,8
	perlit	7	353	
3. Kabłąk jw.	ferryt*	5	277	148,8
	perlit	7	181	
Okucie nr 2	ferryt	7	262	
	perlit	7	181	
Sprzączka nr 3	ferryt	7	181	148,8
Okucie nr 3	perlit	7	262	99,8
	ferryt*	5	153	
Zapinka nr 3	perlit	7	295	130,5
	ferryt	6	217	
	perlit	7	364	

C.d. tabeli ze s. 65

Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość $H_m^3$	Twardość Vickersa $H_v$
Sprzączka nr 4				
1. trzpień	ferryt ferryt perlit (?)	4 4 śl.	340 226	258
2. kabląk	ferryt ferryt*	3	280 192	
Końcówka pasa	ferryt* perlit	5	193	
Brzytwa nr 3	ferryt* perlit	6 7	144	100,8
Okucie nr 4	ferryt ferryt perlit	5 7 śl.	292 232	
Klucz nr 2	ferryt	6	272	173
Sprzączka nr 5	ferryt* perlit	6 śl.	172	125,1
Szydło nr 4	ferryt ferryt*	3 7	297 165	

\* Wydzielenia fazy iglastej A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?) lub fazy B ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?)

Wyniki obserwacji metalograficznych poszczególnych przedmiotów żelaznych z Niedanowa były następujące:

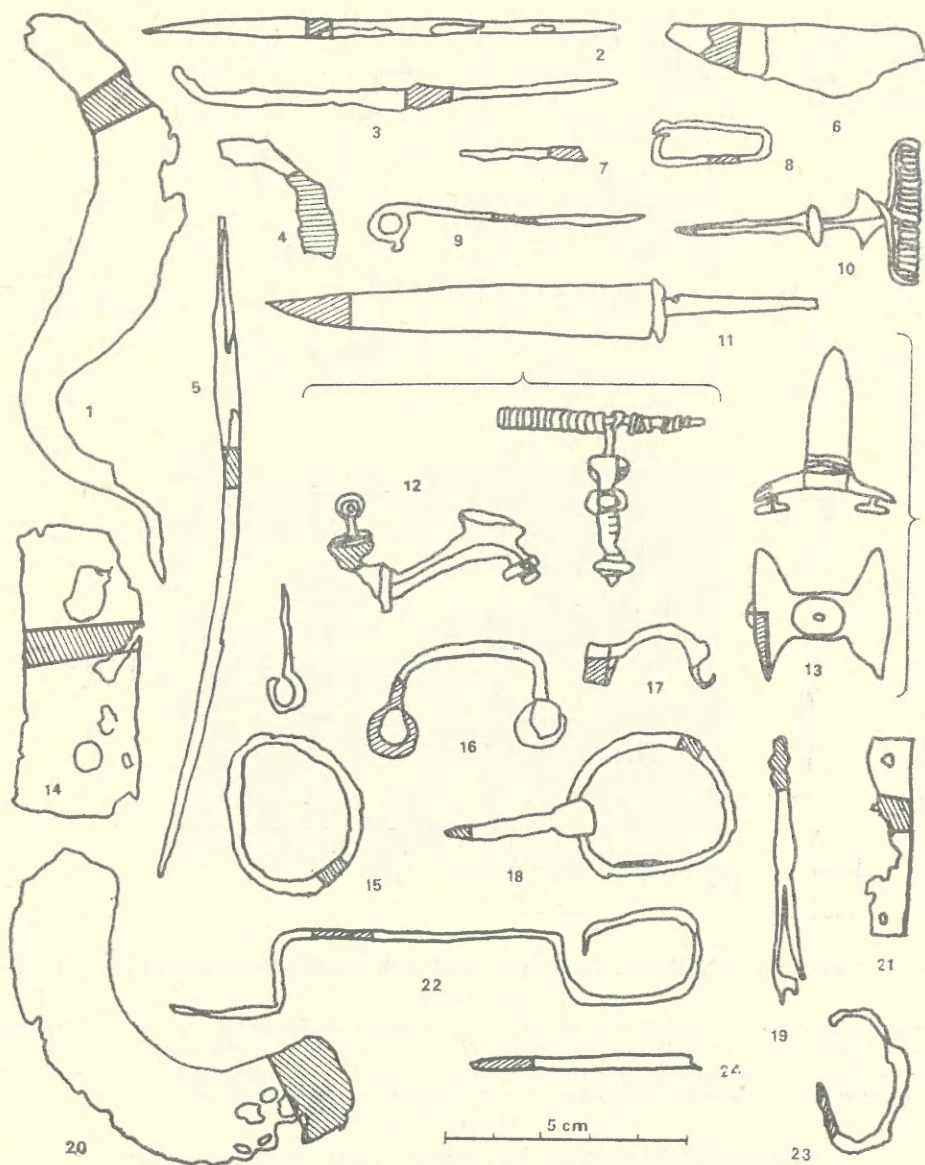
Brzytwa nr 1 z grobu nr 22, datowanego na okres rzymski (faza B1), wykazała strukturę ferrytyczną. Wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A według klasyfikacji autora<sup>3</sup>), zauważono także parę wtrąceń zawierających zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B). W metalu stwierdzono obecność wydzielen drobnej fazy B ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?) — (ryc. 3a). Trawienie odczynnikiem Oberhoffer'a wykazało pasmowe rozłożenie fosforu w metalu (ryc. 3b).

Szydło nr 2 z grobu nr 48 (okres przedrzymski) wykonano z niskofosforowej stali o nierównomiernym nawęgleniu, od śladów (ryc. 3c) do ok. 0,3% C. Struktura metalu składała się z ferrytu i śladowych ilości zdegenerowanego perlitu. W części słabiej nawęglonej występowały wydzielenia drobnej fazy B ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?). Obok wtrąceń żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu występowały wtrącenia typu B.

W strukturze ferrytycznej igły nr 2 z grobu nr 50 (wczesny okres rzymski) wystąpiły iglaste wydzielenia A ( $\alpha$ -Fe<sub>4</sub>N<sub>2</sub>?). Na granicach ziarn występowały śladowe ilości perlitu zdegenerowanego (?) — (ryc. 4a). Wtrącenia żużla w metalu były bardzo drobne, prawdopodobnie posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Sprzączka nr 2 z grobu nr 91 (okres rzymski, faza B2) wykonana była z żelaza niskofosforowego o gruboziarnistej strukturze ferrytycznej (ryc. 4b). Wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A), zaobserwowano w jednym z nich jasne punkty (?).

<sup>3</sup> J. Piaskowski, *Klasyfikacja struktury wtrąceń żużla i jej zastosowanie dla określenia pochodzenia dawnych przedmiotów żelaznych*, Kwart. HKM, t. 17, 1969, s. 61.

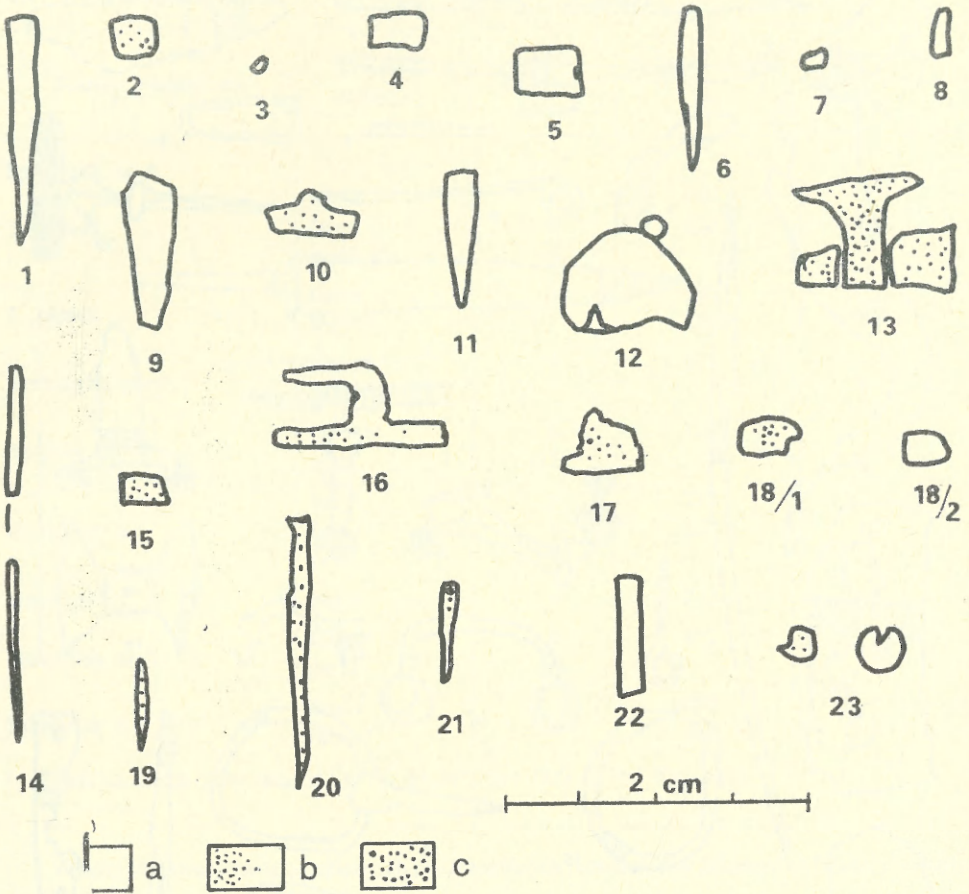


Ryc. 1. Niedanowo, woj. Olsztyn. Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego

1 – brzytwa nr 1; 2 – szydło nr 2; 3 – igła nr 2; 4 – sprzączka nr 2; 5 – szydło nr 3; 6 – nóż nr 2; 7 – fragment; 8 – okucie pasa nr 1; 9 – zapinka nr 2; 10 – zapinka nr 3; 11 – nóż nr 3; 12 – zapinka nr 4; 13 – ostroga nr 2; 14 – okucie nr 2; 15 – sprzączka nr 3; 16 – okucie nr 3; 17 – zapinka nr 5; 18 – sprzączka nr 4; 19 – końcówka pasa; 20 – brzytwa nr 2; 21 – okucie nr 4; 22 – klucz nr 2; 23 – sprzączka nr 5; 24 – szydło nr 4

Examined iron objects from the cremation cemetery:

1 – razor no 1 2 – aw no 2; 3 – needle no 2; 4 – buckle no 2; 5 – awl no 3; 6 – knife no 2; 7 – fragment; 8 – belt fitting no 1; 9 – brooch no 2; 10 – brooch no 3; 11 – knife no 3; 12 – brooch no 4; 13 – spur no 2; 14 – belt fitting no 2; 15 – buckle no 3; 16 – belt fitting no 3; 17 – brooch no 5; 18 – buckle no 4; 19 – strap-end; 20 – razor no 2; 21 – belt fitting no 4; 22 – key no 2; 23 – buckle no 5; 24 – awl no 4

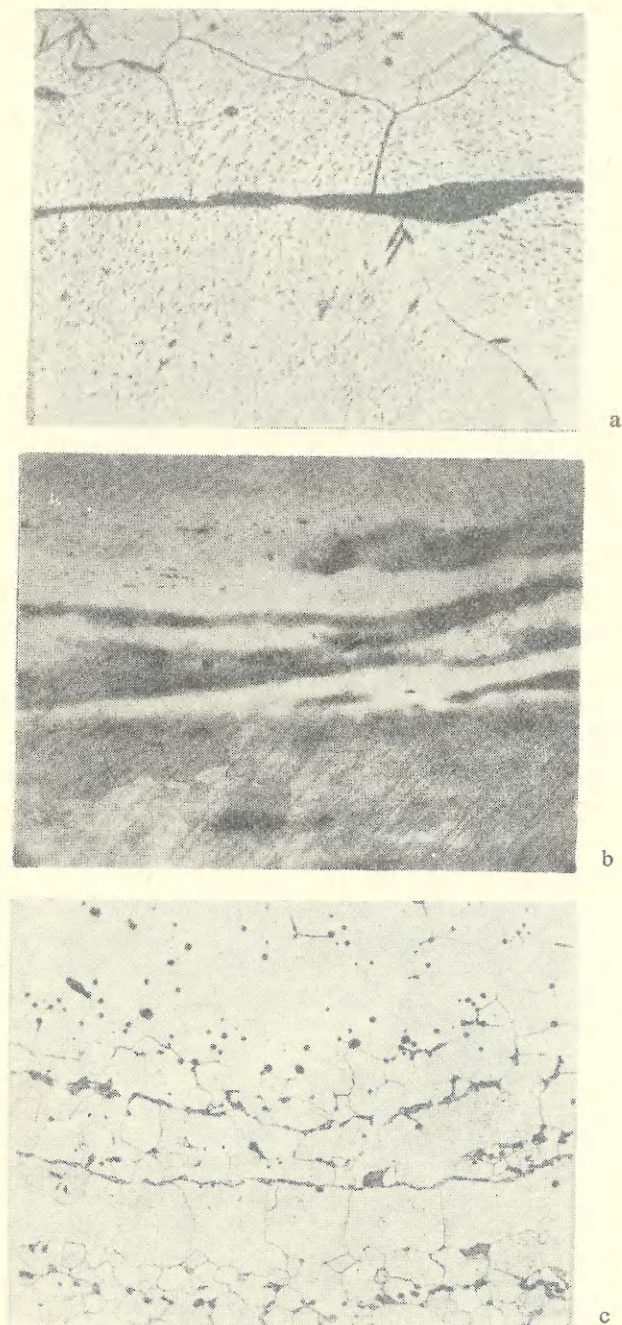


Ryc. 2. Niedanowo, woj. Olsztyn. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego

1 – brzytwa nr 1; 2 – szydło nr 2; 3 – igła nr 2; 4 – sprzączka nr 2; 5 – szydło nr 3; 6 – nóż nr 2; 7 – fragment; 8 – okucie pasa nr 1; 9 – zapinka nr 2; 10 – zapinka nr 3; 11 – nóż nr 3; 12 – zapinka nr 4; 13 – ostroga nr 2; 14 – okucie nr 2; 15 – sprzączka nr 3; 16 – okucie nr 3; 17 – zapinka nr 5; 18 – sprzączka nr 4; 19 – końcówka pasa; 20 – brzytwa nr 2; 21 – okucie nr 4; 22 – klucz nr 2; 23 – sprzączka nr 5; 24 – szydło nr 4; a – żelazo, b – żelazo nawęglone, c – stal

Technology of the examined iron objects from the cremation cemetery:

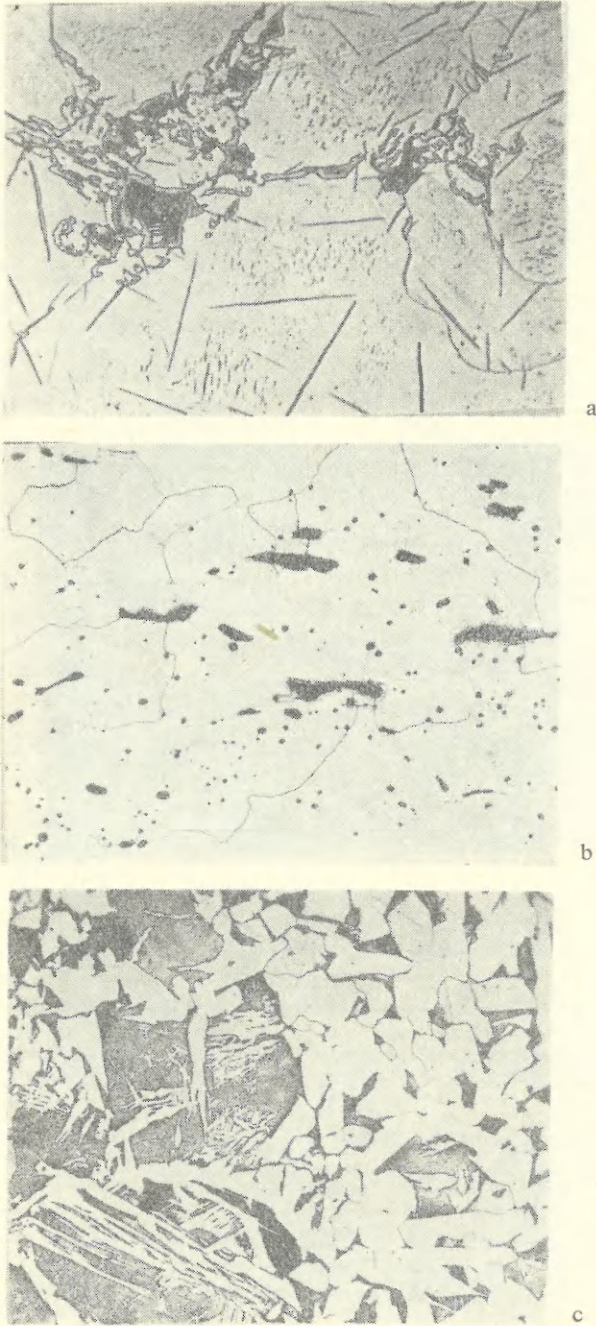
1 – razor no 1; 2 – awl no 2; 3 – needle no 2; 4 – buckle no 2; 5 – awl no 3; 6 – knife no 2; 7 – fragment; 8 – belt fitting no 1; 9 – brooch no 2; 10 – brooch no 3; 11 – knife no 3; 12 – brooch no 4; 13 – spur no 2; 14 – belt fitting no 2; 15 – buckle no 3; 16 – belt fitting no 3; 17 – brooch no 5; 18 – buckle no 4; 19 – strap-end; 20 – razor no 2; 21 – belt fitting no 4; 22 – key no 2; 23 – buckle no 5; 24 – awl no 4; a – iron, b – carburized iron, c – steel



Ryc. 3. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* – brzytwa nr 1, struktura pod większym powiększeniem, pow.  $500\times$ , *b* – rozłożenie fosforu w metalu, pow.  $100\times$ .  
Szydło nr 2: *c* – struktura, pow.  $100\times$ ; *a*, *c* – trawione azotalem, *b* – trawione odczynnikami Oberhoffera

*a* – razor no 1, largely magnified structures,  $\times 500$ , *b* – distribution of phosphorous in metal,  $\times 100$ . Awl no 2: *c* – structure;  $\times 100$  *a*, *c* – nital etched, *b* – etched by Oberhoffer reagent



Ryc. 4. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* — igła nr 2, struktura pod większym powiększeniem, pow. 500 $\times$ , *b* — sprzączka nr 2, struktura, pow. 100 $\times$ , *c* — szydło nr 3, struktura, pow. 100 $\times$ ; trawione azotalem

*a* — needle no 2, largely magnified structure,  $\times 500$ , *b* — buckle no 2, structure,  $\times 100$ , *c* — awl no 3, structure,  $\times 100$ ; nital etched



Szydło nr 3 z grobu nr 94 (okres przedrzymski) wykazało strukturę ferrytyczno-perlityczną stali o nierównomiernym nawęgleniu od śladów do ok. 0,3% C (ryc. 4c). Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) zaobserwowano skupienia wtrąceń jasnych (typ C) oraz nieliczne wtrącenia o złożonej budowie (typ B). Analiza wykazała dość dużą zawartość niklu w metalu (0,246% Ni).

Nóż nr 2 z grobu nr 98 (okres rzymski, faza B1) wykonany został z wysokofosforowego żelaza o strukturze ferrytycznej. W pobliżu ostrza wystąpiły liczne skupienia wydzieleni iglastej fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?), o długości do ok. 0,08 mm (ryc. 5a). Wtrącenia żuźla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A). Trawienie próbki odczynnikami Oberhoffera wykazało nierównomierne rozłożenie fosforu w metalu.

Fragment z grobu nr 120 (późny okres rzymski) wykazał strukturę ferrytyczną ze śladowymi ilościami perlitu. W metalu występowały wydzielenia drobnej fazy B ( $\alpha'$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?) — ryc. 5b. Wtrącenia żuźla w metalu były bardzo drobne i prawdopodobnie posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Okucie pasa nr 1 z grobu nr 131 (późny okres rzymski) wykute zostało z żelaza o strukturze ferrytycznej ze śladowymi ilościami perlitu (ryc. 5c). Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały wtrącenia o bardziej złożonej budowie (typ B).

Zapinka nr 2 z grobu nr 209 (wczesny okres rzymski) wykazała strukturę ferrytyczną (ryc. 6a) oraz wtrącenia żuźla ciemne (typ A) i wtrącenia żuźla zawierające zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B).

W zapince nr 2 wystąpiły bardzo liczne wydzielenia drobnej fazy B ( $\alpha'$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?).

Zapinka nr 3 z grobu nr 255 (okres rzymski, faza B2) wykonana została z niskofosforowej stali o zawartości ok. 0,2%. Struktura metalu: ferrytyczno-perlityczna (ryc. 6b). Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu występowały wtrącenia jasne (typ C) i wtrącenia o złożonej budowie (typ B). Trawienie odczynnikami Oberhoffera wykazało pasmowe rozłożenie fosforu w metalu (ryc. 6c).

Nóż nr 3 z grobu nr 256 (wczesny okres rzymski) wykuty został z wysokofosforowego żelaza o gruboziarnistej strukturze ferrytycznej (ryc. 7a). Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) obserwowano duże wtrącenia, zawierające dość liczne, zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ D1). Trawienie odczynnikami Oberhoffera wykazało pasmowe rozłożenie fosforu w żelazie.

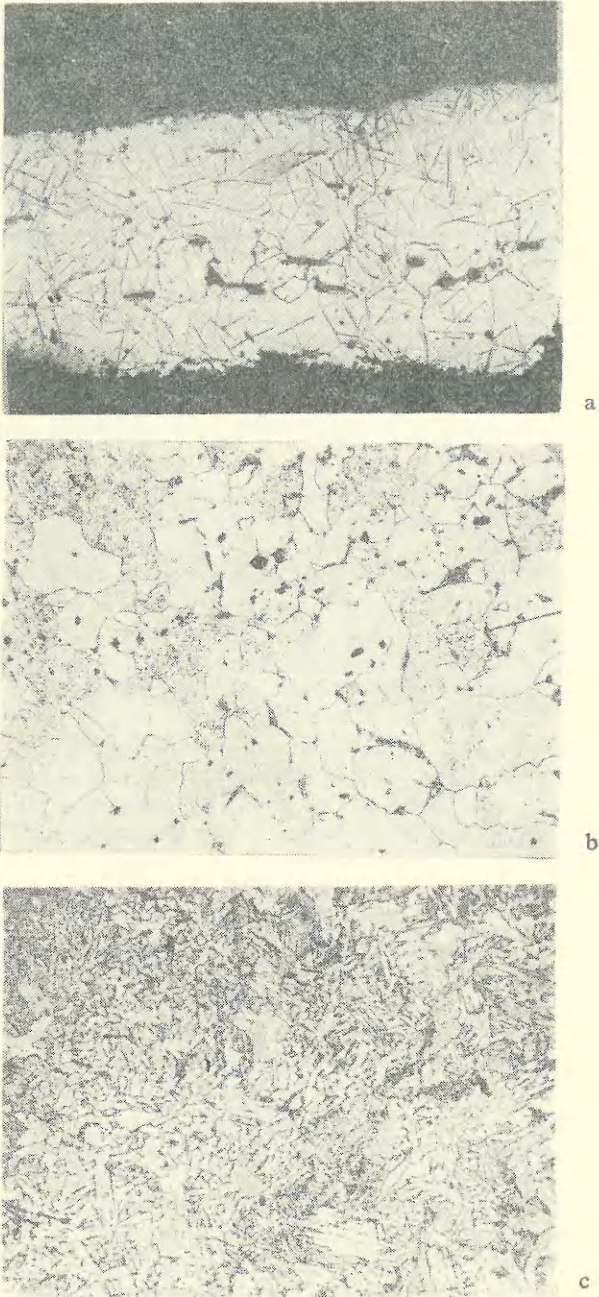
Zapinka nr 4 z grobu nr 257 (okres rzymski, faza B1) wykazała gruboziarnistą strukturę ferrytyczną (ryc. 8a). W metalu wystąpiły duże ilości wtrąceń żuźla. Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały wtrącenia o strukturze trójfazowej, zawierające drobne, zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na tle składającym się z fazy ciemnej i popielatej (typ E) — ryc. 8b. Trawienie odczynnikami Oberhoffera wykazało, że rozłożenie fosforu w metalu nie było równomierne (ryc. 8c). Na powierzchni zaobserwowano ślady powlekania innym metalem (srebrem?). Struktura metalu była całkiem odmienna aniżeli w zapince nr 3, posiadającej taki sam kształt.

Ostroga nr 2 z grobu nr 401 (okres rzymski, faza B2) wykuta była z niskofosforowej stali, o dość nierównomiernym nawęgleniu (0,2–0,4% C), o strukturze ferrytyczno-perlitycznej (ryc. 7b). W ziarnach ferrytu występowały wydzielenia iglastej fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N), o długości do ok. 0,08 mm. Wtrącenia żuźla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A). Trawienie próbki odczynnikami Oberhoffera wykazało pasmowe rozłożenie fosforu w metalu (ryc. 7c).

Nit tej ostrogi zawierał więcej węgla (do 0,8% C) i struktura metalu była perlityczna z niewielkimi ilościami ferrytu. W nicie obserwowano również wydzielenia fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?) o długości do 0,08 mm oraz wtrącenia żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A).

Okucie nr 2 z grobu nr 405 (wczesny okres rzymski) wykazało strukturę ferrytyczną żelaza wysokofosforowego. W metalu obserwowano wydzielenia fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?) o długości do ok. 0,07 mm oraz wtrącenia żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A).

Sprzączka nr 3 z grobu nr 408 (okres rzymski, faza B2) wykonana została ze stali półtwardej, o zawartości ok. 0,3% C, o strukturze ferrytyczno-perlitycznej. W metalu występowały wtrącenia żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A). Zaobserwowano także skupienie jasnych wtrąceń żuźla (typ C).



Ryc. 5. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* — nóż nr 2, struktura, pow.  $100\times$ , *b* — fragment, struktura, pow.  $100\times$ , *c* — okucie pasa nr 1, struktura, pow.  $100\times$ ; trawione azotalem

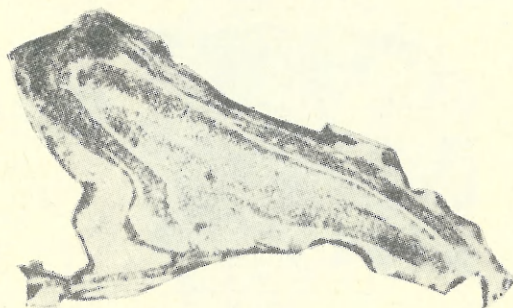
*a* — knife no 2, structure,  $\times 100$ , *b* — fragment, structure,  $\times 100$ , *c* — belt fitting no 1, structure,  $\times 100$ ; nital etched



a



b



c

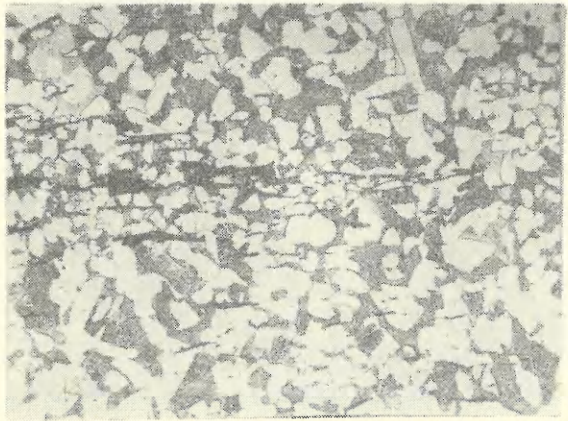
Ryc. 6. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* – zapinka nr 2, struktura, pow. 100×. Zapinka 3: *b* – struktura, pow. 100×, *c* – rozłożenie fosforu na poprzecznym przekroju, pow. 100×; *a*, *b* – trawione azotalem, *c* – trawione odczynnikiem Oberhoffera

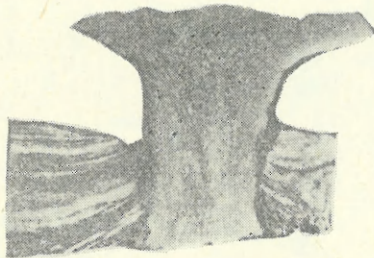
*a* – brooch no 2, structure, ×100. Brooch no 3: *b* – structure, ×100, *c* – distribution of phosphorus on the cross-section, ×100; *a*, *b* – nital etched, *c* – etched by Oberhoffers reagent



a



b



c

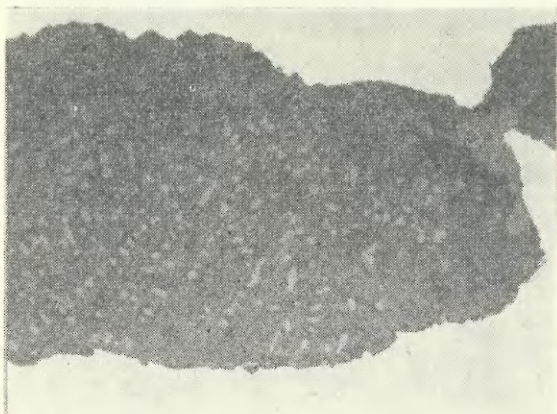
Ryc. 7. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* – nóż nr 3, struktura, pow. 100×. Ostroga nr 2: *b* – struktura, pow. 100×, *c* – rozłożenie fosforu na poprzecznym przekroju (wraz z nitem), pow. 5×; *a*, *b* – trawione azotalem, *c* – trawione odczynnikami Oberhoffera

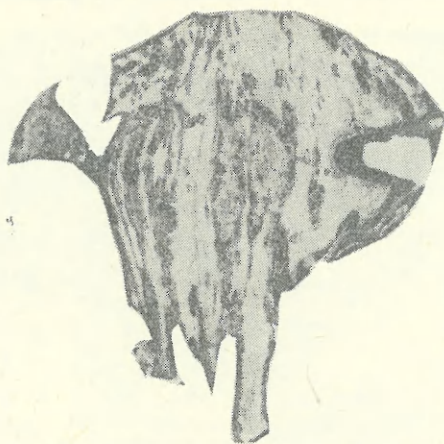
*a* – kniże no 3, structure, × 100. Spur no 2 *b* – structure, × 100, *c* – distribution of phosphorous on the cross-section (with a rivet), × 5; *a*, *b* – nital etched, *c* – etched by Oberhoffer reagent



a



b



c

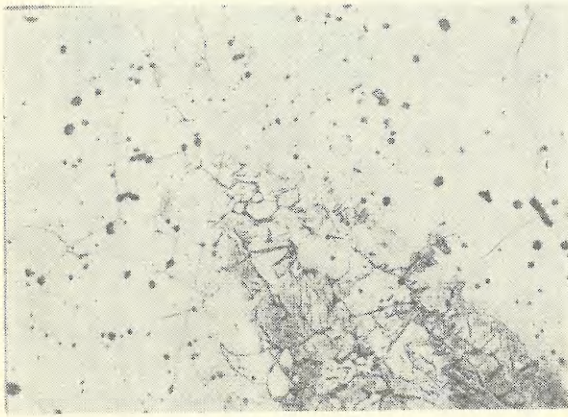
Ryc. 8. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* – zapinka nr 4, struktura w pobliżu powierzchni pokrytej srebrem (?), pow.  $100\times$ , *b* – wtrącenie żużla, pow.  $500\times$ ,  
*c* – rozłożenie fosforu na poprzecznym przekroju, pow.  $8\times$ ; *a* – trawione azotalem, *b* – nietrawione, *c* – trawione  
 odczynnikiem Oberhoffera

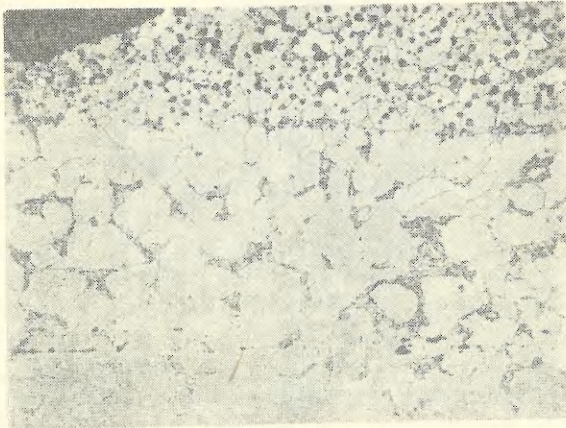
*a* – brooch no 4, structure near silvered (?) surface,  $\times 100$ , *b* – slag inclusion,  $\times 500$ , *c* – distribution of phosphorous  
 on the cross-section,  $\times 8$ ; *a* – nital etched, *b* – unetched, *c* – etched by Oberhoffer reagent



a



b

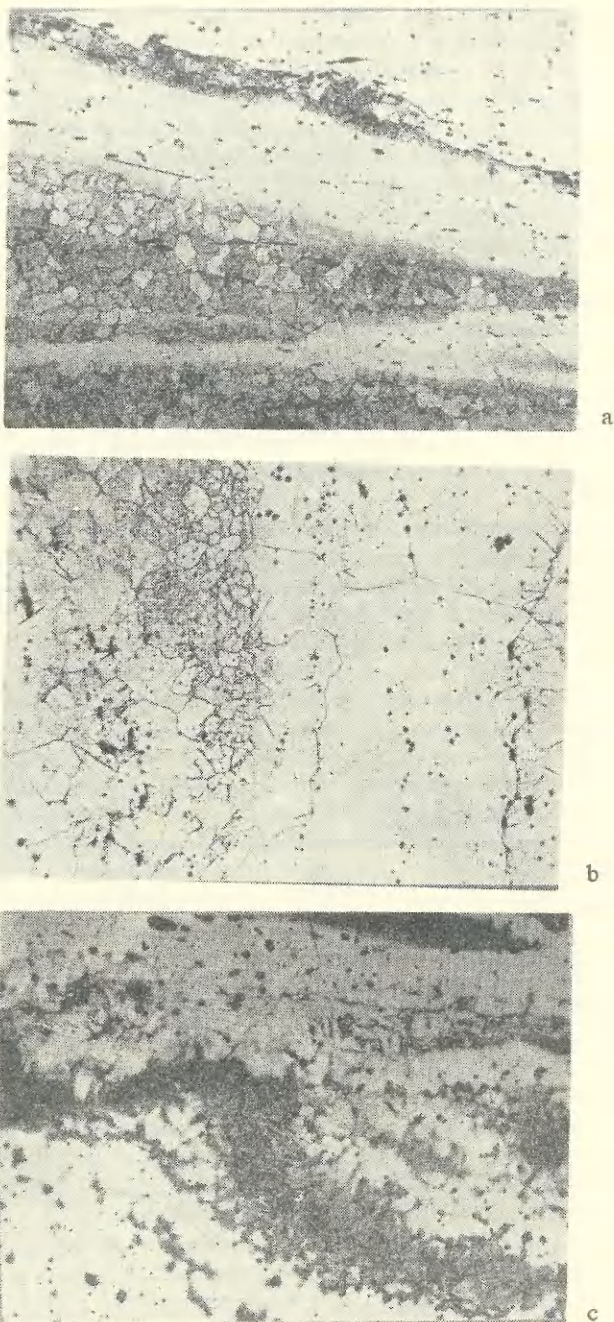


c

Ryc. 9. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* — okucie nr 3, struktura, pow. 100 ×, *b* — sprzączka nr 4 (kabiak), struktura, pow. 100 ×, *c* — brzytwa nr 2, struktura pow. 100 × ; trawione azota em

*a* — belt fitting no 3, structure, × 100, *b* — brooch no 4 (bow), structure, × 100, *c* — razor no 2; structure, × 100; nitral etched



Ryc. 10. Niedanowo, woj. Olsztyn

*a* – okucie nr 4, struktura, pow. 100  $\times$ . Sztyldo nr 4; *b* – struktura, pow. 100  $\times$ , *c* – rozłożenie fosforu w metalu, pow. 100  $\times$ ; *a, b* – trawione azotalem, *c* – trawione odczynnikiem Oberhoffera

*a* – belt fitting no 4, structure,  $\times 100$ . Awl no 4; *b* – structure,  $\times 100$ , *c* – distribution of phosphorous in metal,  $\times 100$ ; *a, b* – nital etched, *c* – etched by Oberhoffer reagent

Okucie nr 3 z grobu nr 412 (okres rzymski, faza B2/C1) wykazało ferrytyczno-perlityczną strukturę stali niskowęglowej (0,2% C). W metalu występowały wydzielenia iglastej fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?), o długości do ok. 0,06 mm, oraz wydzielenia drobnej fazy B ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?) — ryc. 9a. Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały nieliczne wtrącenia, zawierające zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B) i wtrącenia jasne (typ C). W jednym dużym wtrąceniu żuźla występowały liczne zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ D2).

Zapinka nr 5 z grobu nr 415 (okres rzymski, faza B2) wykuta została z niskowęglowej stali (ok. 0,3% C), o strukturze ferrytyczno-perlitycznej. W zapince obserwowano wtrącenia żuźla, podobne jak w okuciu nr 3 (wtrącenia typu A i nieliczne wtrącenia typu B i C).

Sprzączka nr 4 z grobu nr 417 (okres rzymski, faza B2) wykuta została z żelaza wysokofosforowego. W próbce wyciętej z trzpienia wystąpiła gruboziarnista struktura ferrytyczna ze śladowymi ilościami perlitu. Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały dość liczne wtrącenia jasne (typ C) i wtrącenia o bardziej złożonej budowie (typ B).

W próbce wyciętej z kabłąka wystąpiła struktura ferrytyczna, obserwowano w niej wydzielenia iglastej fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?), o długości do ok. 0,05 mm (ryc. 9b). Obok wtrąceń żuźla o jednolitym zabarwieniu (typ A) wystąpiły skupienia wtrąceń, zawierających zaokrąglone wydzielenia jasne na ciemnym tle (typ B). Trawienie próbki odczynnikiem Oberhoffera wykazało nierównomierne rozłożenie fosforu.

Końcówka pasa z grobu nr 581 (wczesny okres rzymski) wykazała ferrytyczną strukturę żelaza wysokofosforowego ze śladowymi ilościami perlitu. W metalu występowały wydzielenia iglastej fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?), o długości do ok. 0,1 mm, oraz bardzo cienkie (wydłużenie) wtrącenia żuźla, prawdopodobnie o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A).

Brzytwa nr 2 z grobu nr 596 (okres rzymski, faza B2) wykuta została z niskowęglowej stali (0,1% C), o strukturze ferrytyczno-perlitycznej. W części słabiej nawęglonej (ferrytycznej) występowały liczne wydzielenia drobnej fazy (B  $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?) — ryc. 9c. Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały pasma wtrąceń jasnych (typ C) oraz wtrąceń o bardziej złożonej budowie (typ B).

Okucie nr 4 z tegoż grobu nr 596 (okres rzymski, faza B2) wykazało strukturę ferrytyczną ze śladowymi ilościami perlitu. Obok ziarn dość dużych (klasa 5) występowały pasma ziarn drobnych (klasa 7) — ryc. 10a. Wtrącenia żuźla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Klucz nr 2 z grobu nr 600 (wczesny okres rzymski, faza B) wykonany został z niskofosforowego żelaza, o strukturze ferrytycznej. Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu występowały wtrącenia jasne (typ C) oraz wtrącenia o bardziej złożonej budowie, zawierające zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ D2?).

Sprzączka nr 5 z grobu nr 609 (późny okres rzymski) wykazała strukturę ferrytyczną, zawierającą śladowe ilości perlitu oraz wydzielenia fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?), o długości 0,1 mm, oraz wydzielenia drobnej fazy B ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?). Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały wtrącenia jasne (typ C). Zaobserwowano także duże wtrącenia zawierające duże ilości zaokrąglonych jasnych wydzieleni na ciemnym tle (typ D1).

Szydło nr 4 z grobu nr 611 (wczesny okres rzymski) wykonane zostało z wysokofosforowego żelaza. Na tle ziarn ferrytu zaobserwowano iglaste wydzielenia fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N?), o długości do ok. 0,05 mm, oraz wydzielenia drobnej fazy B ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>?) — ryc. 10b. W metalu występowały najczęściej ciemne wtrącenia żuźla (typ A) i — nieliczne jasne (typ C). Trawienie odczynnikiem Oberhoffera ujawniło pasmowe rozłożenie fosforu w metalu (ryc. 10c).

## OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Przeprowadzone badania dodatkowych przedmiotów żelaznych ze starożytnego cementarzystka ciepłopalnego w Niedanowie pozwoliły na uzupełnienie analiz pierwszej serii zbadanych okazów, potwierdzając w całości poprzednie wnioski. Podobnie jak w pierwszej serii badań, można wyodrębnić dwie grupy przedmiotów, a mianowicie wyroby z wysokofosforowego żelaza oraz wyroby z żelaza o niskiej zawartości fosforu i różnym nawęgleniu.



Do grupy siedmiu przedmiotów wykonanych z żelaza wysokofosforowego należą: okucie nr 2, nóż nr 3 i szydło nr 4 datowane na okres wczesnorzymski oraz brzytwa nr 1 i nóż nr 2 z fazy B1 tego okresu, a ponadto sprzączka nr 4 i okucie nr 4 z fazy B2.

Żelazo użyte do tych wyrobów zawiera 0,40-0,80% P oraz śladowe ilości niklu (poniżej 0,014% Ni) i miedzi (poniżej 0,038% Cu). W przedmiotach tej grupy występują zawsze wtrącenia żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A), a w trzech okazach (42,8%) zaobserwowano ponadto niewielkie ilości wtrąceń typu B (brzytwa nr 1), typu C (szydło nr 4) i typu D (nóż nr 3).

Ponadto w przedmiotach z żelaza wysokofosforowego bardzo często występowały wydzielenia azotków, a mianowicie związku  $\gamma$ -Fe<sub>4</sub>N (nóż nr 2, okucie nr 2, trzpień sprzączki nr 4, szydło nr 4) i związku  $\alpha'$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> (nóż nr 3). Wydzielenia azotków wystąpiły ogółem w pięciu przedmiotach z żelaza wysokofosforowego, co stanowi 71,5% tych okazów — drugiej serii.

Do grupy przedmiotów z żelaza niskofosforowego o nierównomiernym nawęgleniu zaliczono piętnaście przedmiotów, a mianowicie szydła nr 2 i 3 z późnego okresu przedrzymskiego, igłę nr 2 i zapinkę nr 2 z okresu wczesnorzymskiego oraz zapinkę nr 4 z fazy B1 tego okresu, sprzączki nr 2 i 3, zapinki nr 3 i 5, ostrogę nr 2, okucie nr 3, brzytwę nr 2 i klucz nr 2 z fazy B2 okresu rzymskiego oraz okucie pasa i sprzączkę nr 5 z okresu późnorzymskiego. Prawdopodobnie do tej grupy należy zaliczyć także końcówkę pasa datowaną na okres wczesnorzymski i fragment żelazny z okresu późnorzymskiego.

Przedmioty te wykonane zostały z żelaza o różnym i nierównomiernym nawęgleniu pierwotnym, zawierającego węgla w ilości od śladów do 0,7% C, fosfor w granicach od śladów do 0,25% P (zwykle poniżej 0,08% P) oraz nikiel i miedź w ilościach śladowych: poniżej 0,094% Ni i poniżej 0,072% Cu (w brzytwie nr 2 analiza wykazała 0,164% Cu).

W przedmiotach zaliczonych do tej grupy, obok wtrąceń żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A), występują bardzo często inne wydzielenia, a mianowicie typu B (okucie pasa nr 1, zapinka nr 2, kabłąk sprzączki nr 4) i typu C (szydło nr 3, sprzączka nr 3). Wtrącenia typu B i C (obok wtrąceń typu A) wystąpiły w zapinkach nr 3 i 5, okucie nr 3, brzytwie nr 2 i trzpieniu sprzączki nr 4. Podobne wtrącenia typu B, C, D (obok wtrąceń typu A) zaobserwowano w kluczu nr 2 i sprzączce nr 5. Ogółem inne wtrącenia żużla oprócz wtrąceń typu A wystąpiły w 11 przedmiotach, co stanowi 64,7% okazów tej grupy.

W przedmiotach z żelaza niskofosforowego występowały również często wydzielenia azotków, a mianowicie związku  $\gamma$ -Fe<sub>4</sub>N (igła nr 2, końcówka pasa, kabłąk ostrogi nr 2, sprzączka nr 5), związku  $\alpha'$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> (szydło nr 2, fragment, zapinka nr 2, brzytwa nr 2); oba te związki równocześnie występowały w okuciu nr 3. Ogółem więc wydzielenia azotków wystąpiły w dziewięciu przedmiotach, co stanowi 52,9% okazów zaliczonych do grupy wyrobów z żelaza niskofosforowego. Na uwagę zasługuje zapinka nr 4 z grobu nr 257, która posiadała powierzchnię pokrytą prawdopodobnie srebrem.

Dysponując obecnie wynikami badań obu serii przedmiotów żelaznych z cementarzystka ciała-palnego w Niedanowie, a więc dość dużej ilości okazów (33 szt.) można dokonać podsumowania wszystkich analiz. Jak więc już zaznaczono, przedmioty żelazne z tego stanowiska mogą być podzielone na dwie grupy, a mianowicie na przedmioty wykonane z niskofosforowego żelaza o różnym nawęgleniu i na przedmioty z żelaza wysokofosforowego.

Przeważającą większość stanowią przedmioty z niskofosforowego żelaza o różnym nawęgleniu, a mianowicie 23 okazy, co stanowi 69,7% zbadanych materiałów. Do grupy wyrobów z żelaza wysokofosforowego należy zaliczyć 10 przedmiotów (30,3%).

W zbadanych przedmiotach żelaznych wysoki jest udział wydzieleni azotków  $\gamma$ -Fe<sub>4</sub>N i  $\alpha'$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> (średnio 61,6%), z tym jednak że występowały one znacznie częściej w wyrobach z żelaza wysokofosforowego (90%), aniżeli w okazach wykutych z żelaza o niskiej zawartości tej domieszki (43,5%). Problem występowania wydzieleni azotków omówiono w pracy przedstawiającej wyniki analiz pierwszej serii przedmiotów żelaznych z Niedanowa.

Charakterystyka wtrąceń żużla występujących w obu seriach zbadanych przedmiotów z Niedanowa jest również identyczna, ta sama jest także technologia wykonania przedmiotów (przeróbka kowalska na gorąco, bez śladów nawęglania i zgrzewania); wszystkie przedmioty były poddane

wyżarzaniu w stosie ciałopalnym i stąd nie można było ustalić, czy np. narzędzia poddano obróbce cieplnej.

Przechodząc do problemu pochodzenia zbadanych przedmiotów żelaznych ze starożytnego cmentarzyska w Niedanowie należy przyjąć, że wyroby z żelaza o wysokiej zawartości fosforu pochodziły z ośrodków hutniczych, gdzie eksploatowane były rudy bagienne, darniowe itp., zawierające znaczne ilości związków fosforu. Rudy takie są pospolite na ziemiach Polski, a więc wyroby z żelaza wysokofosforowego, znalezione na cmentarzysku w Niedanowie, mogły pochodzić z różnych ośrodków produkcyjnych. Należy je jednak wiązać raczej z obszarem kultury przeworskiej, jako że metal wytapiany przez Bałtów wykazywał nieco inne cechy (struktura wtrąceń żuźla).

Najbliższym — odkrytym dotychczas — poważniejszym ośrodkiem hutniczym był ośrodek mazowiecki (okolica Pruszkowa, Milanówka i Błonia). Wytapiane tam żelazo posiadało takie same cechy, jakie obserwowano we wszystkich wyrobach z żelaza wysokofosforowego, znalezionych na cmentarzysku w Niedanowie, i — w chwili obecnej — można przyjąć, że przedmioty te lub pewna, może nawet znaczna ich część, pochodziła z ośrodka mazowieckiego. Dotąd jednak nasze wiadomości o ośrodkach hutniczych na północno-wschodnich ziemiach Polski są ograniczone.

Natomiast grupa przedmiotów z niskofosforowego żelaza o różnym nawęgleniu na ogół reprezentuje wszystkie cechy wyrobów „świętokrzyskich”<sup>4</sup>. Prawdopodobnie inne jest pochodzenie przedmiotów wykazujących podwyższoną zawartość niklu (szydło nr 3, zawierające 0,246% Ni), a zwłaszcza miedzi (brzytwa nr 2, która wykazała zawartość 0,164% Cu). Należy zaznaczyć, że ze względu na wielkość masy metalicznej niektórych okazów (tj. wielkość próbki jaką można było pobrać do badań) nie można było oznaczyć zawartości miedzi, a niekiedy i niklu w niektórych przedmiotach. Możliwe więc, że z grupy wyrobów „świętokrzyskich” należałoby wyłączyć jeszcze parę przedmiotów.

Podsumowując więc wyniki badań obu serii przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Niedanowie — można stwierdzić, że w przeważającej części (54,6%) tamtejsza ludność we wczesnym okresie rzymskim używała wyrobów „świętokrzyskich”. Jest to zjawisko typowe, jakie stwierdzono już na kilkudziesięciu stanowiskach kultury przeworskiej<sup>5</sup>.

Trzy okazy z późnego okresu rzymskiego (fragment, okucie pasa, sprzączka nr 5), zaliczane do kultury wielbarskiej również wykazują cechy wyrobów „świętokrzyskich”, co zgodnie jest z wynikami badań przedmiotów żelaznych z Odrów i Wąsiorów koło Kartuz<sup>6</sup>.

Pochodzenia kilku przedmiotów żelaznych, wykonanych z niskofosforowego żelaza, m.in. posrebrzanej (?) zapinki nr 4 z grobu nr 257, nie udało się określić.

W porównaniu z innymi stanowiskami kultury przeworskiej na ziemiach Polski Środkowej, wśród zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska w Niedanowie jest stosunkowo wysoki udział przedmiotów wykonanych z żelaza wysokofosforowego (30,3%). Pojawiają się one na tym cmentarzysku w okresie wczesnorzymskim, jednak przyczyną późniejszego wystąpienia tych wyrobów w zbadanym materiale może być również mała liczba (i rodzaj) przedmiotów z okresu przedrzymskiego.

Pochodzenie przedmiotów z żelaza wysokofosforowego jest trudne do określenia. Cechy ich pozwalają łączyć je z ośrodkiem mazowieckim, trzeba jednak liczyć się z ewentualnością występowania takich cech i w innych drobnych ośrodkach hutniczych, np. miejscowych. Możliwe są także pewne kontakty z Bałtami: nóż nr 3 z grobu nr 256 wykazał cechy żelaza „bałtyjskiego”. Ponieważ jednak w zbadanych materiałach znalazł się tylko jeden taki okaz, wynik ten może więc być rozpatrywany jako zjawisko przypadkowe.

<sup>4</sup> J. Piaskowski, *Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływu rzymskich I-IV w. n.e.*, „Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa”, t. 3, 1963, s. 9; tenże, *Dalsze badania metaloznawcze starożytnych przedmiotów żelaznych z ziemi kieleckiej*, „Rocznik Muzeum Świętokrzyskiego”, t. 5, 1968, s. 151.

<sup>5</sup> J. Piaskowski, *Cechy materiałowo-technologiczne wyrobów żelaznych jako kryterium kulturo-chronologiczne*, WA, t. 34, 1969, z. 3-4, s. 332.

<sup>6</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z cmentarzysk w Odrach, pow. Chojnice, i Węsiorach, pow. Kartuzy*, [w:] J. Kmieciński, *Odry, cmentarzysko kurhanowe z okresu rzymskiego*, Łódź 1968, s. 108.

Wyniki badań pokrywają się całkowicie z dotychczasowymi pracami, według których wyroby z ośrodka hutniczego w Górach Świętokrzyskich były rozpowszechnione na rozległych terenach dorzecza Wisły<sup>7</sup>. Zasięg ich — ogólnie biorąc — pokrywał się z granicami kultury przeworskiej, a niekiedy nawet je przekraczał. Poza tym ludność zamieszkująca okolice Niedanowa, co najmniej od wczesnego okresu rzymskiego używała także wyrobów z wysokofosforowego żelaza niskiej jakości, produkowanego przez lokalne ośrodki hutnicze, np. na południowym Mazowszu, a może i w bliższych okolicach.

Poziom techniczny tych wyrobów był niski, technologia ograniczała się do przeróbki kowalskiej na gorąco, bez stosowania procesów pozwalających na utwardzanie metalu (wyjąwszy obróbkę cieplną, której były prawdopodobnie poddane narzędzia z ośrodka świętokrzyskiego).

*Instytut Odlewnictwa  
w Krakowie*

#### FURTHER METALLOGRAPHIC INVESTIGATIONS OF ANCIENT IRON OBJECTS FROM A CREMATION CEMETERY AT NIEDANOWO, PROVINCE OF OLSZTYN

Twenty four iron objects of the Late pre-Roman and Roman periods from the cremation cemetery at Niedanowo were examined. In the examinations the metallographic observations with the classification of grain size, microhardness measurements of structural components and the hardness measurements by Vickers method were employed. Quantitative chemical analysis was also carried out.

The objects made of iron with a high phosphorous content (0.40–0.80% P, below 0.014% Ni and below 0.038% Cu) include belt fittings nos 2 and 4, knives nos 2 and 3, awl no 4, razor no 1 and buckle no 4.

The remaining objects, ie awls nos 2 and 3, needle no 2, brooches nos 2, 3, 4, and 5, buckles nos 2, 3 and 5, spur no 2, fitting no 3, razor no 2, key no 2, a belt fitting and probably also a strap-end and a fragment, were made of iron with a low phosphorous content and with varying contents of carbon (from traces to about 0.7% C). The iron contained below 0.25% P (usually below 0.08% P), below 0.094% Ni and below 0.072% Cu (razor no 2 contained 0.167% Cu).

Nitride segregations were frequent (averagely 61.6%), more so in objects made of iron with a high phosphorous content (90%) than in those with a low (43.5%). The objects examined were made by heat hammering. Neither carburization nor welding of iron and steel was detected. The surface of brooch no 4 was probably covered with silver.

The results obtained are consistent with the analysis of the first series of objects (9 items). The majority of the iron objects from Niedanowo, submitted to analysis, were made of iron with a low phosphorous content and with varying contents of carbon (69.7%). Most of these (54.6%) exhibit characteristics typical of artifacts from the Świętokrzyski (Holy Cross) region.

Artifacts made of iron with a high phosphorous content (30.3%) could have been derived from various small smelting centres where bog and turf iron ores were exploited, eg Masovia.

The technological characteristics of the objects in question are identical with those exhibited by iron objects found on other sites of the Przeworsk culture.

<sup>7</sup> J. Piskowski, *Technologia żelaza na ziemiach Polski w okresie od I do X wieku naszej ery*, „Wiadomości Hutnicze”, t. 12, 1963, z. 11, s. 299.

The first of these is the fact that the majority of the cases of the disease are found in the lower social classes of the community. This is true of all the countries in which the disease has been studied. The second is the fact that the disease is more prevalent in the winter months. The third is the fact that the disease is more prevalent in the urban than in the rural population. The fourth is the fact that the disease is more prevalent in the lower social classes of the community. The fifth is the fact that the disease is more prevalent in the lower social classes of the community.

### THE DISEASE

The disease is characterized by a prodromal stage of several days duration, during which the patient experiences a general feeling of malaise, loss of appetite, and a slight rise in temperature. This is followed by a stage of high fever, which may last for several days. The fever is usually accompanied by a headache, a sore throat, and a cough. The patient may also experience a rash, which is usually confined to the face and neck. The disease is usually self-limiting, and the patient recovers within a few days.

The disease is caused by a virus, which is transmitted from person to person by direct contact with the patient's secretions. The virus is also found in the saliva of the patient, and may be transmitted by a mosquito. The disease is not caused by bacteria, and is not contagious.

The disease is usually mild, and does not cause any serious complications. However, in some cases, the disease may be complicated by pneumonia, meningitis, or encephalitis. These complications are usually fatal. The disease is more prevalent in the lower social classes of the community, and is more prevalent in the winter months. The disease is more prevalent in the urban than in the rural population. The disease is more prevalent in the lower social classes of the community.

The disease is caused by a virus, which is transmitted from person to person by direct contact with the patient's secretions. The virus is also found in the saliva of the patient, and may be transmitted by a mosquito. The disease is not caused by bacteria, and is not contagious. The disease is usually mild, and does not cause any serious complications. However, in some cases, the disease may be complicated by pneumonia, meningitis, or encephalitis. These complications are usually fatal.

The disease is more prevalent in the lower social classes of the community, and is more prevalent in the winter months. The disease is more prevalent in the urban than in the rural population. The disease is more prevalent in the lower social classes of the community.