

JERZY PIASKOWSKI

## METALOZNAWCZE BADANIA STAROŻYTNYCH PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH Z MASOWA I PUŁAW-WŁOSTOWIC

Technologia przedmiotów żelaznych występujących na terenie Lubelszczyzny w starożytności i we wczesnym średniowieczu nie była dotąd prawie objęta badaniami. Opublikowano jedynie wyniki badań metaloznawczych 5 przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Dratowie koło Puław<sup>1</sup>. Ponadto w ostatnich latach poddano badaniom metaloznawczym trzy przedmioty żelazne z cmentarzyska ciałopalnego w Opoce, koło Puław (okucie, fragment i nóż)<sup>2</sup>.

Nieco lepiej przedstawia się stan badań materiałów wczesnośredniowiecznych z tego terenu. Zbadano mianowicie 21 przedmiotów żelaznych i 10 fragmentów żużla ze stanowisk archeologicznych w Chodliku, 7 przedmiotów żelaznych i 3 fragmenty żużla z Lublina (VIII-XIII w.), 6 przedmiotów żelaznych z Lublina-Czwartku (XII-XIV w.), a ponadto 4 przedmioty żelazne z Horodyszczka koło Chełma (XII-XIII w.)<sup>3</sup>.

Liczba zbadanych przedmiotów żelaznych z okresu wpływów rzymskich jest więc jeszcze bardzo niewielka; należy dodać, że wcześniejsze materiały nie zostały dotąd w ogóle poddane badaniom, a wśród materiałów wczesnośredniowiecznych niewielka jest liczba narzędzi, w tym także noży, najlepiej charakteryzujących poziom technologiczny wyrobów.

W celu częściowego uzupełnienia brakujących wyników z okresu wpływów rzymskich poddano badaniom przedmioty żelazne z cmentarzysk ciałopalnych w Masowie koło Puław i Puławach-Włostowicach, udostępnione przez Zakład Archeologii Uniwersytetu im. M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Za udostępnienie materiałów do badań autor składa podziękowanie Kierownictwu Zakładu<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> J. Piaskowski, *Technologia i pochodzenie wyrobów żelaznych z północnej Małopolski i Mazowsza w okresie wpływów rzymskich na podstawie badań metaloznawczych*, „Studia z Dziejów Górnicztwa i Hutnictwa”, 1962, t. 7, s. 127.

<sup>2</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania starożytnych i wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych z Opoki, pow. Puławy, i Horodyszczka, pow. Chełm* (w przygotowaniu do druku).

<sup>3</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych i żużla z wczesnośredniowiecznych stanowisk archeologicznych w Chodliku, woj. lubelskie* (w druku); tenże, *Metaloznawcze badania wczesnośredniowieczne przedmiotów żelaznych i żużla z Lublina (VIII-XIII w.)* (w druku); tenże, *Metaloznawcze badania wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych z Lublina-Czwartku* (w druku); tenże, *Metaloznawcze badania wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych z Horodyszczka, woj. Bielsk Podlaski, i Masłomęcza, woj. Zamość* (w przygotowaniu do druku); tenże, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z wczesnośredniowiecznej osady w Czermnie-Czerwieniu* (w przygotowaniu do druku); tenże, *Metaloznawcze badania starożytnych i wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych...*

<sup>4</sup> Przeprowadzone analizy realizowane były w ramach problemu Międzyresortowego III.11, koordynowanego przez Instytut Historii Nauki, Oświaty i Techniki Polskiej Akademii Nauk (koordynatorem II stopnia był Instytut Odlewnictwa w Krakowie, gdzie przeprowadzone zostały analizy).

## ZESTAWIENIE ZBADANYCH PRZEDMIOTÓW

Do badań przeznaczono trzy przedmioty żelazne z cmentarzyska ciałopalnego w Masowie koło Puław (sprężyna zamka, nożyce, nóż) i osiem przedmiotów żelaznych z podobnego cmentarzyska w Puławach-Włostowicach (nożyce, dwa noże, pierścień, klucz, dwa groty włóczni, ostroga). Archeologiczne opracowanie stanowisk archeologicznych w Masowie i Puławach-Włostowicach opublikowali J. Gurba oraz J. Gurba i L. Gajewski<sup>5</sup>.

## METODY BADAŃ I SPOSÓB ZESTAWIENIA WYNIKÓW

Metody opisanych badań i sposób zestawienia wyników były identyczne z innymi podobnymi w pracach autora<sup>6</sup>. Badania obejmowały ilościową analizę chemiczną, obserwacje metalograficzne wraz z oceną wielkości ziarna (według normy PN-56/H-04507), pomiary mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych przeprowadzone przy użyciu mikrotwardościomierza Hanemanna oraz badania twardości sposobem Vickersa (według normy PN/H-04360).

Ilościową analizę chemiczną przeprowadzono zgodnie z metodami analitycznymi stosowanymi dla stopów żelaza. Zawartość fosforu oznaczano metodą miareczkową, jeśli zaś zawartość tej domieszki była niska – metodą fotometryczną. Metodę fotometryczną stosowano przy oznaczeniach zawartości niklu i miedzi. Zawartość węgla oceniano w przybliżeniu na podstawie obserwacji metalograficznych.

Obserwacje metalograficzne prowadzono przy użyciu powiększenia 100 i 500×, trawiąc próbki 4% roztworem kwasu azotowego w alkoholu metylowym (azotal). Przy pomiarach mikrotwardości stosowano obciążenie 50 gramów w ciągu 15 s; każdy wynik jest średnim z 5 pomiarów.

Badania twardości żeliwa i stali nie hartowanej prowadzono przy obciążeniu 10 kG trwającym 15 s. Każdy wynik jest średnim z 2-3 pomiarów.

Uzyskane wyniki podano w tab. 1 i 2 oraz na odpowiednich zestawieniach rysunkowych, podobnie jak we wszystkich innych tego typu pracach autora.

Tabela 1. Lokalizacja i wyniki ilościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z Masowa

Lp.	Nazwa przedmiotu	Lokalizacja	Masa g	Zawartość w %		
				P	Ni	Cu
1	Sprężyna zamka	grób 45	11,4	0,07	0,061	0,047
2	Nożyce	grób 74	36,8	0,28		
3	Nóż	grób 74	17,4	0,03	0,01	0,045

<sup>5</sup> J. Gurba, *Cmentarzysko lateńsko-rzymskie w Masowie, pow. Garwolin, badane w 1953 r.*, WA, t. 20, 1954, s. 103; tenże, *Grób wojownika z późnego okresu rzymskiego z Masowa w pow. garwolińskim*, „Przegląd Antropologiczny”, t. 10; 1954-1956/1958, s. 326; J. Gurba, *Z problematyki osadnictwa Lubelszczyzny w pierwszych wiekach naszej ery*, „Folia Societatis Scientiarum Lublinensis”, t. 20; 1978, sec. Hum., z. 1-2, s. 15; L. Gajewski, J. Gurba, *Civilisation de Przeworsk dans le région de Lublin*, „Inventaria Archaeologica”, t. 45; 1981, PL 276.

<sup>6</sup> Por. J. Piaskowski, *Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego w X-XV wieku na podstawie badań metaloznawczych*, Gdańskie Tow. Naukowe, „Prace Komisji Archeologicznej”, nr 2, s. 68.

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

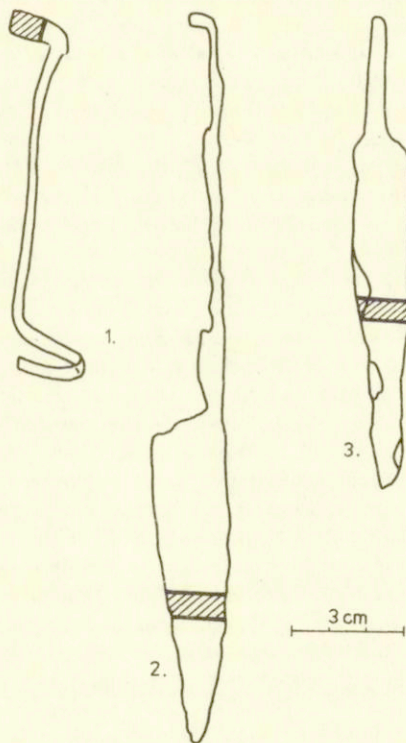
Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość $H_m$	Twardość Vickersa $H_v$
1	Sprężyna zamka	feryt	6	176	143,1-224
		perlit cementyt*	6	277	
2	Nożyce	feryt**	7	179	179
		feryt		286	
3	Nóż	feryt	6	165	101,2-224
		perlit	5	276	

\* ślady

\*\* ponadto wydzielenia fazy A ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N ?)

## WYNIKI BADAŃ

Szkice zbadanych przedmiotów żelaznych z cementarzystka ciepłownego w Masowie wraz z oznaczeniem miejsca wycięcia próbek — przedstawiono na ryc. 1, a technologię ich wykonania (ściślej: rodzaj użytego do ich wyrobu metalu) — na ryc. 2.

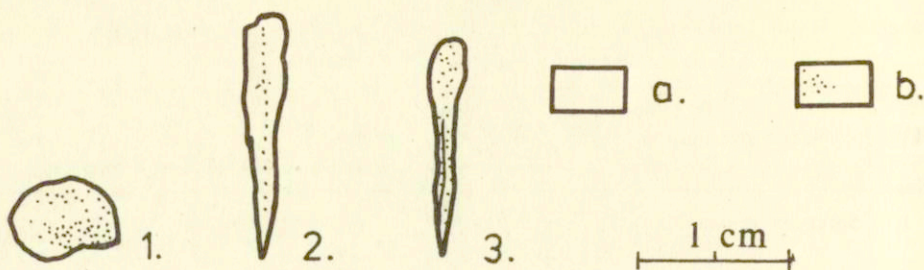


Ryc. 1. Szkice zbadanych przedmiotów żelaznych z Masowa koło Puław:

1 — sprężyna zamka; 2 — nożyce; 3 — nóż:

Investigated iron object from Masów near Puławy

1 — lock spring; 2 — shears; 3 — knife:



Ryc. 2. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych z Masowa koło Puław:  
1 – sprężyna zamka; 2 – nożyce; 3 – nóż; a – żelazo, b – żelazo nawęglone

Technology of the investigated iron objects from Maśów near Puław  
1 – lock spring; 2 – shears; 3 – knife; a – iron, b – carburized iron

Zestawienie i wyniki ilościowej analizy chemicznej zbadanych przedmiotów z Masowa zamieszczono w tab. 1, a wyniki obserwacji metalograficznych wraz z określeniem wielkości ziarna oraz wyniki pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości metalu – w tab. 2.

Obserwacje metalograficzne zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Masowie dały następujące wyniki:

Sprężyna zamka z grobu nr 45 wykonana była ze stali o bardzo nierównomiernym nawęgleniu (ryc. 3a). Zawartość węgla w metalu zmieniała się od ilości śladowych do ok. 0,9% C. W częściach słabiej nawęglonych struktura była ferrytyczna (ryc. 3b), a w częściach najsilniej nawęglonych składała się z perlitu i cementytu nadeutektoidalnego, rozłożonego – w niewielkich ilościach – na granicach ziarn (ryc. 3c). Rozłożenie fosforu było dość równomierne. W jednym miejscu zawartość tej domieszki była nieco większa, ziarna ferrytu były tam nieco większe.

Wtrącenia żuźla posiadały na ogół jednolite czarne zabarwienie (typ A według klasyfikacji autora)<sup>7</sup>, obok nich występowały wtrącenia jasne (typ C) oraz wtrącenia zawierające mniej lub więcej liczne zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle osnowy (typ B i D1) – tab. 3d.

Nożyce z grobu nr 74 wykonane były z żelaza wykazującego lokalne nawęglenie pierwotne w ilościach śladowych. Struktura metalu była pasmowa, obok pasm ferrytycznych, w których ewentualnie obserwowano śladowe nawęglenie, występowały pasma ferrytu o nieco (nieznacznie) większym ziarnie (ryc. 3e). Obserwacje struktury próbki po wytrawieniu odczynnikiem Oberhoffera wykazały również pasmowe rozłożenie fosforu. W pasmach o większym ziarnie zawartość fosforu była nieco wyższa (ryc. 4a). W ziarnach ferrytu (w obu rodzajach pasm) występowały wydzielienia iglaste o długości ok. 0,05 mm, określone w pracach autora jako faza A. Jest to prawdopodobnie związek żelaza z azotem  $\gamma' - \text{Fe}_4\text{N}$ ; tak zidentyfikowano podobne wydzielenia we współczesnej nam stali<sup>8</sup>. Na granicach ziarn wystąpiły wydzielienia, których nie udało się zidentyfikować, możliwe że były to węgliki (ryc. 4b).

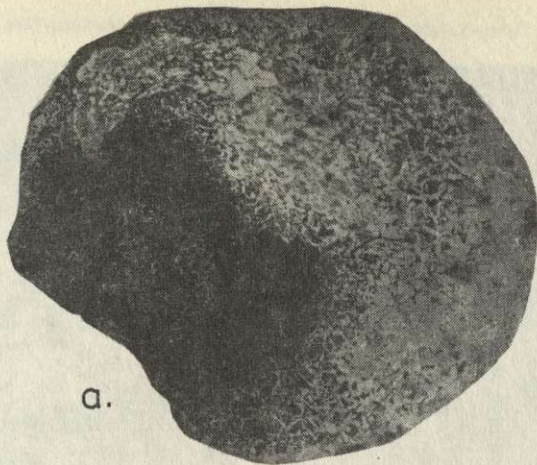
Wtrącenia żuźla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Nóż z grobu nr 74 wykazał strukturę żelaza o nierównomiernym nawęgleniu mieszczącym się w granicach od 0,2 do ok. 0,7% C. Struktura perlityczno-ferrytyczna (ryc. 4c). Wtrącenia żuźla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Szkice zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Puławach-

<sup>7</sup> J. Piaskowski, *Klasyfikacja struktury wtrąceń żuźla i jej zastosowanie dla określania pochodzenia dawnych przedmiotów żelaznych*, Kwart. HKM, t. 27, 1969, z. 2, s. 61.

<sup>8</sup> G. R. Booker, J. Norbury, A. L. Sutton, *Investigations of nitride precipitations in pure iron and mild steel*, „Journal of the Iron and Steel Institute”, t. 187: 1957, s. 211.



a.



b.



c.



d.



e.

Ryc. 3.

Sprężyna zamka: *a* – struktura na poprzecznym przekroju, pow. 10×; *b* – struktura części słabiej nawęglonej, pow. 100×; *c* – struktura części silniej nawęglonej, pow. 100×; *d* – wtrącenia żużla, pow. 500×. Nożyce: *e* – struktura, pow. 100×; *a, b, c, e* – traw. nitałem. *d* – nietraw.

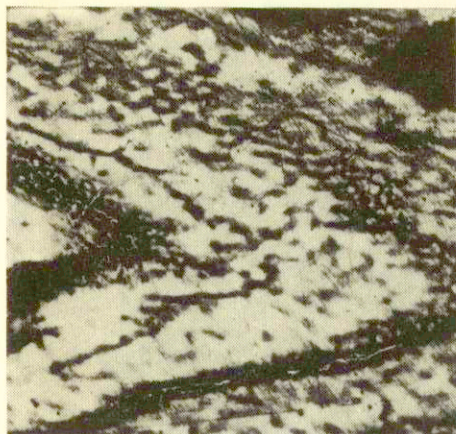
Lock spring: *a* – structure on the cross-section, × 10; *b* – structure of the less carburized part, × 100; *c* – structure of the more carburized part, × 100; *d* – slag inclusions, × 500. Shears: *e* – structure, × 100; *a, b, c, e* – nital etched, *d* – unetched

Tabela 3. Lokalizacja i wyniki ilościowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z Puław-Włostowic

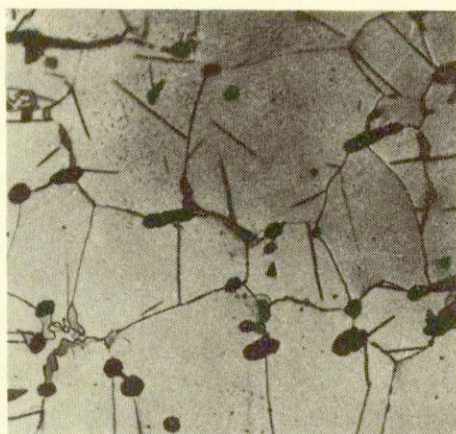
Lp.	Nazwa przedmiotu	Lokalizacja	Masa g	Zawartość w %			
				P	Ni	Cu	
4	Nożyce	stan. 1, grób 8	32,2	0,01	0,024	0,025	
5	Nóż nr 1	stan. 1, grób 14	6,1	0,015			
6	Nóż nr 2	stan. 1, dz. 12, grób 15	42,0	0,01	0,033	0,013	
7	Pierścień	stan. 1, grób 18	35,0	0,18			
8	Klucz	stan. 1, dz. 14, grób 19		0,033	0,086	0,029*	
				0,19	0,084	0,016**	
9	Grot włóczni nr 1	stan. 1, wyk. 22, działka B, głęb. (-96), grób 35	92,5	0,01	0,090	0,014	
10	Grot włóczni nr 2	stan. 1, wyk. 22, głęb. (-112), grób 35a	183,1	0,21			
11	Ostroga	znalezisko luzne	35,9	0,11	0,030	0,019	

\* trzpień

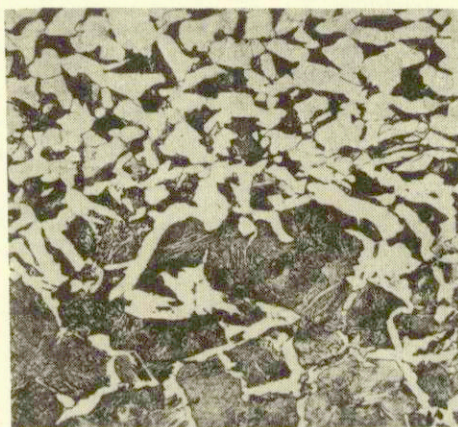
\*\* kabiak



a.



b.



c.

Ryc. 4:

Nożyce: *a* – rozłożenie fosforu, pow. 100 ×; *b* – struktura pod większym powiększeniem, pow. 500 ×. Nóż: *c* – struktura, pow. 100 ×; *a* – traw. odczynnikiem Oberhoffera, *b*, *c* – traw. nitaliem

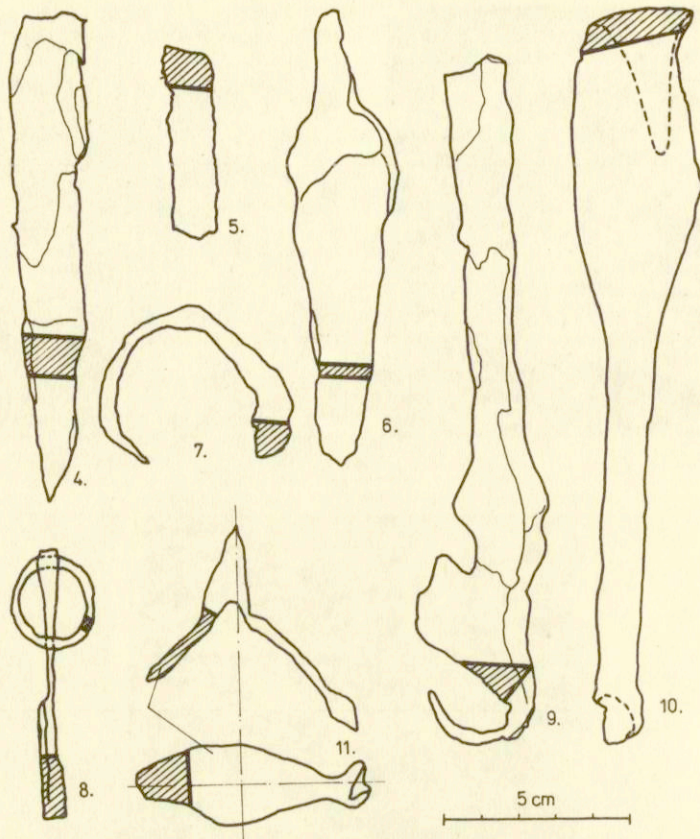
Shears: *a* – distribution of phosphorus, × 100; *b* – structure, largely magnified, × 500. Knife: *c* – structure, × 100; *a* – etched by Oberhoffer reagent, *b*, *c* – nital etched

-Włostowicach – wraz z oznaczeniem miejsca wycięcia próbek – przedstawiono na ryc. 5, a technologię ich wykonania (ściślej: rodzaj użytego do ich wyrobu metalu) – na ryc. 6. Zestawienie i wyniki ilościowej analizy chemicznej z Puław-Włostowic zamieszczono w tab. 3, a wyniki obserwacji metalograficznych wraz z określeniem wielkości ziarna oraz wyniki pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości metalu – w tab. 4.

Obserwacje metalograficzne zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Puławach-Włostowicach dały następujące wyniki:

Nożyce znalezione w grobie nr 8 wykazały ferrytyczną strukturę żelaza ze śladowymi ilościami perlitu (ryc. 7a). Rozłożenie fosforu było zasadniczo równomierne, zaobserwowano pasmo – jak się wydaje – o mniejszej zawartości tej domieszki, jednak nie stwierdzono tam żadnych śladów zgrzewania (ryc. 7b).

Wtrącenia żużla posiadały na ogół jednolite czarne zabarwienie (typ A), tylko w niewielu występowały wydzielania jasnej fazy (typ B) lub ich zabarwienie było jasne (typ C).



Ryc. 5. Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyniska ciepłownego w Puławach-Włostowicach:

4 – nożyce; 5 – nóż nr 1; 6 – nóż nr 2; 7 – pierścień; 8 – klucz; 9 – grot włóczni nr 1; 10 – grot włóczni nr 2; 11 – ostroga

Investigated iron objects from the cremation cemetery at Puławy-Włostowice:

4 – shears; 5 – knife no 1; 6 – knife no 2; 7 – ring; 8 – key; 9 – spearhead no 1; 10 – spearhead no 2; 11 – spur

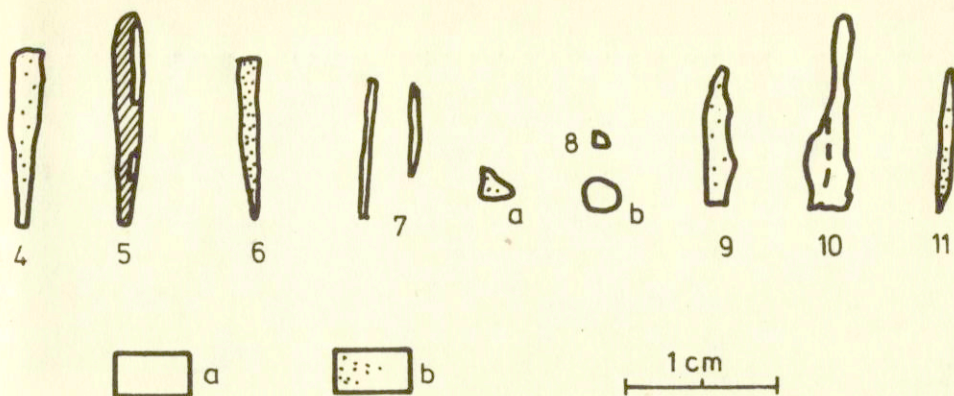
Nóż nr 1 z grobu nr 14, silnie skorodowany, wykazał strukturę ferrytyczną (ryc. 7c). W metalu wystąpiły liczne wydzielienia drobnej fazy (o długości poniżej 0,005 mm), będącej przypuszczalnie związkami żelaza z azotem  $\alpha''$  –  $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ . W ten sposób zostały zidentyfikowane podobne wydzielienia we współczesnej nam stali<sup>9</sup>. Wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Nóż nr 2 z grobu nr 15 wykonany został ze stali o niezbyt równomiernym nawęgleniu; zawartość węgla w metalu dochodziła do 0,5% C. Struktura metalu – perlityczno-ferrytyczna (ryc. 7d). Obserwacje przeprowadzone przy użyciu odczynnika Oberhoffera wykazały, że rozłożenie fosforu było dość równomierne. Drobne i nieliczne wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Pierścień, mocujący sierp na drzewcu, znaleziony w grobie nr 18, wykazał strukturę ferrytyczną (ryc. 7e). W metalu zaobserwowano wydzielienia drobnej fazy B ( $\alpha''$  –  $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ ). Wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A).

<sup>9</sup> Tamże, s. 208.





Ryc. 6. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Puławach-Włostowicach:

4 – nożyce; 5 – nóż nr 1; 6 – nóż nr 2; 7 – pierścień; 8 – klucz; 9 – grot włóczni nr 1; 10 – grot włóczni nr 2; 11 – ostroga; a – żelazo, b – żelazo nawęglone

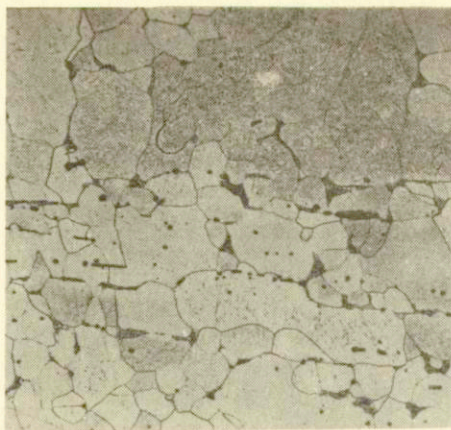
Technology of the investigated iron objects from the cremation cemetery at Puławy-Włostowice:

4 – shears; 5 – knife no 1; 6 – knife no 2; 7 – ring; 8 – key; 9 – spearhead no 1; 10 – spearhead no 2; 11 – spur; a – iron, b – carburized iron

Tabela 4. Wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości przedmiotów żelaznych z Puław-Włostowic

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość $H_m$	Twardość Vickersa $H_v$
4	Nożyce	feryt perlit	6 śl.	168	126,4
5	Nóż nr 1	feryt*	5	131	
6	Nóż nr 2	perlit feryt	2 7	291 179	143,9
7	Pierścień	feryt feryt*	3 5	259 176	127,1
8	Klucz				
	1. trzpień	feryt perlit	6 7	111 253	105,1
	2. kabłąk	feryt*	6	146	88,4
9	Grot włóczni nr 1	feryt feryt perlit	5 7 291	134 159	108,7
10	Grot włóczni nr 2	feryt*	7	152	125,8
		perlit	5	277	
11	Ostroga	feryt perlit	6 6	173 263	130,5

\* ponadto wydzielenia fazy a ( $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N ?) lub ( $\alpha''$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> ?)



a.



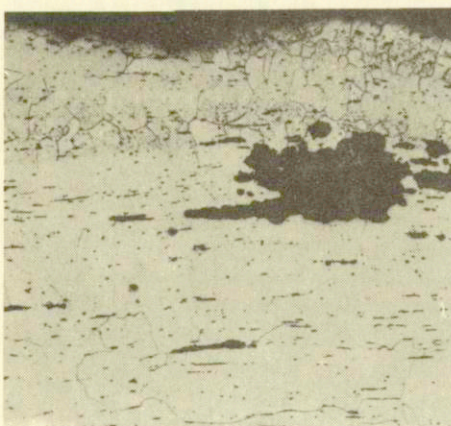
b.



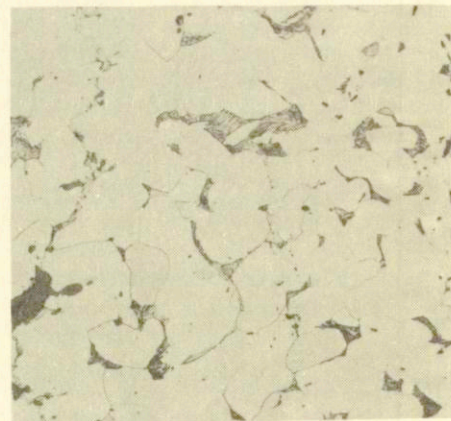
c.



d.



e.



f.

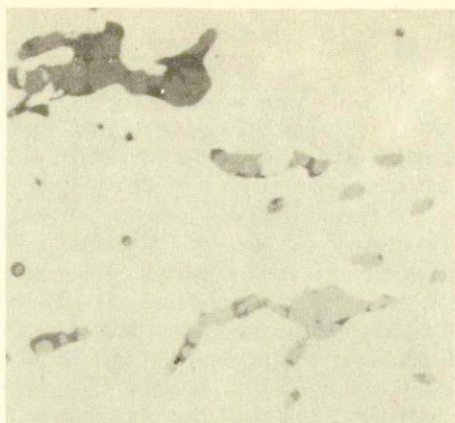
Ryc. 7:

Nożyce: *a* – struktura, pow. 100×; *b* – rozłożenie fosforu w metalu, pow. 100×. Nóż nr 1: *c* – struktura, pow. 100×. Nóż nr 2: *d* – struktura, pow. 100×. Pierścień: *e* – struktura, pow. 100×. Klucz: *f* – struktura próbki wyciętej z trzpienia, pow. 100×; *a, c, d, e, f* – traw. nitałem, *b* – traw. odczynnikami Oberhoffera

Shears: *a* – structure, × 100; *b* – distribution of phosphorus in metal, × 100. Knife no 1: *c* – structure, × 100. Knife no 2: *d* – structure, × 100. Ring: *e* – structure, × 100. Key: *f* – structure of sample from the shank, × 100; *a, c, d, e, f* – nitric etched, *b* – etched by Oberhoffer reagent



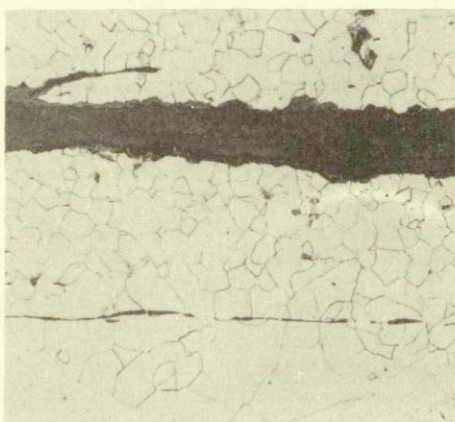
a.



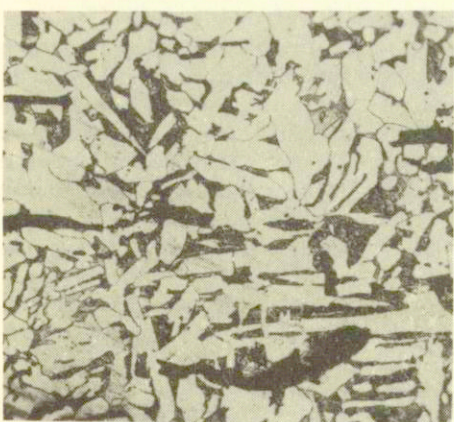
b.



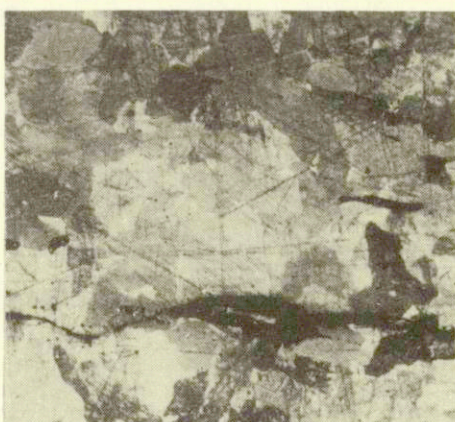
c.



d.



e.



f.

Ryc. 8:

Klucz: a – struktura próbki wyciętej z trzpienia, pow. 100×; b – wtrącenia żużla w próbce wyciętej z kabłąka, pow. 500×. Grot włóczni nr 1: c – struktura, pow. 100×. Grot włóczni nr 2: d – struktura pow. 100×. Ostroga: e – struktura, pow. 100×; f – rozłożenie fosforu w metalu, pow. 100×; a, c, d, e – traw. nitałem, f – traw. odczynnikami Oberhoffera, b – nietraw.

Key: a – structure of sample from the shank, × 100; b – slag inclusions of sample from the bow, × 500. Spearhead no 1: c – structure, × 100. Spearhead no 2: d – structure, × 100; e – structure, × 100; f – distribution of phosphorus in

Do badań klucza z grobu nr 19 wycięto dwie próbki.

Próbka z trzpienia wykazała strukturę ferrytyczno-perlityczną metalu zawierającego ok. 0,1% C (ryc. 7f). Obok wtrąceń żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały wtrącenia zawierające nieliczne zaokrąglenia jasnej fazy (typ B) oraz, również w niewielkich ilościach, wtrącenia jasne (typ C).

W próbce wyciętej z kabłąka struktura była ferrytyczna. W metalu występowały iglaste wydzielenia o długości ok. 0,05 mm, określane w pracach autora jako faza A ( $\gamma'$  –  $\text{Fe}_4\text{N}$ ?) oraz drobne wydzielienia o długości poniżej 0,002 mm, tj. faza B ( $\alpha''$  –  $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ ?) – ryc. 8a. W próbce występowały na ogół wtrącenia żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A), towarzyszyły im nieliczne wtrącenia zawierające zaokrąglone wydzielienia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B) – ryc. 8b.

Grot włóczni nr 1 rytualnie zgięty, pochodzący z grobu nr 35, wykazał ferrytyczno-perlityczną strukturę stali o zawartości ok. 0,1% C (ryc. 8c), wtrącenia żużla zaś – jednolite czarne zabarwienie (typ A).

Grot włóczni nr 2 również rytualnie zgięty, z grobu nr 35a, wykazał strukturę ferrytyczną żelaza dymarskiego (ryc. 8d). Wtrącenia żużla, na ogół drobne, posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A), obok nich występowały w niewielkich ilościach wtrącenia zawierające nieliczne wydzielienia zaokrąglonej fazy jasnej na ciemnym tle (typ B). Obserwacje próbki po wytrawieniu odczynnikami Oberhoffera wykazały, że rozłożenie fosforu w metalu było równomierne. Zawartość tej domieszki – dość niska (0,21% P).

Ostroga (znalezisko luźne) wykonana była z żelaza o nierównomiernym nawęgleniu, dochodzącym do 0,3% C. Struktura metalu była ferrytyczno-perlityczna (ryc. 8e), a rozłożenie fosforu – równomierne (ryc. 8f). Wtrącenia żużla miały na ogół jednolite czarne zabarwienie (typ A), obserwowano także wtrącenia, zawierające mniej lub bardziej liczne zaokrąglone wydzielienia jasnej fazy (odpowiednio: typ B i typ D1).

#### OPRACOWANIE WYNIKÓW

Przeprowadzone badania starożytnych przedmiotów żelaznych z cmentarzysk ciałopalnych w Masowie i w Puławach-Włostowicach wykazały identyczną technologię (tj. rodzaj metalu i technikę jego obróbki), jaką stwierdzono we wszystkich zbadanych stanowiskach kultury przeworskiej (a wcześniej również na stanowiskach kultury lużyckiej, pomorskiej i grobów kłozowych)<sup>10</sup>.

Na tych stanowiskach występuje zawsze zdecydowana większość wyrobów, wykutych z niskofosforowego żelaza o nierównomiernym nawęgleniu zawierającego tylko w ilościach śladowych nikiel i miedź; jest to metal zidentyfikowany przez autora jako „świętokrzyski”<sup>11</sup>.

Do wyrobów „świętokrzyskich” należy 10 zbadanych przedmiotów (91%) z Masowa i Puław-Włostowic. W przedmiotach tych występuje różne, zwykle nierównomierne nawęglenie pierwotne (od ślądów do 0,9% C). Są to: sprężyna zamka i nóż z Masowa oraz wszystkie okazy z Puław-Włostowic: nożyce, noże nr 1 i 2, pierścień, klucz, groty włóczni nr 1 i 2 oraz ostroga. Najwyższą zawartość fosforu w pobliżu górnej granicy przyjmowanej dla żelaza „świętokrzyskiego” wykazał grot włóczni nr 2 (0,21% P) oraz pierścień (0,18% P) i kabłąk klucza z Puław-Włostowic.

Okazy tego typu, wykute z żelaza „świętokrzyskiego” są dobrze znane z innych stanowisk kultury przeworskiej.

<sup>10</sup> J. Piaskowski, *Zagadnienie ciągłości rozwoju hutnictwa żelaza na ziemiach polskich w starożytności i we wczesnym średniowieczu*, „Roczniki Dziejów Społecznych i Gospodarczych”, t. 32: 1971, s. 1.

<sup>11</sup> J. Piaskowski, *Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich*, „Studia z Dziejów Górnictwa i Hutnictwa”, t. 6: 1963, s. 9; tenże, *Dalsze badania metaloznawcze starożytnych przedmiotów żelaznych z ziemi Kieleckiej*, „Rocznik Muzeum Świętokrzyskiego”, t. 5: 1968, s. 15.

Z tego żelaza zazwyczaj wykonywane były pospolicie m. in. noże, klucze, sprężyna zamka, a zwłaszcza nożyce, ostrogi i grot wólczeni<sup>12</sup>.

Nieco inny typ metalu użyty został do wyrobu nożyc z Masowa; wykuto je z żelaza o podwyższonej zawartości fosforu (0,28% P). Nie oznacza to jeszcze, że okaz ten pochodzi spoza ośrodka świętokrzyskiego, na terenie tego ośrodka występują również rudy wysokofosforowe, jakkolwiek w starożytności hutnicy kultury przeworskiej eksploatowali głównie rudy niskofosforowe.

Takie same wyniki dały badania metaloznawcze przedmiotów żelaznych z pobliskich stanowisk kultury przeworskiej (cmentarzysk ciałopalnych). Wśród 5 zbadanych przedmiotów z pobliskiego cmentarzyska ciałopalnego w Dratowie koło Puław – cztery (grot wólczeni, klucz, nożyce i nóż) zaliczono do wyrobów „świętokrzyskich”, a jeden okaz – sprężyna zamka – wykonany był z żelaza wysokofosforowego (o zawartości 0,34% P)<sup>13</sup>. Również 6 zbadanych przedmiotów żelaznych z cmentarzyska ciałopalnego w Brzeźcach pod Białobrzegami, woj. Radom (miecz, dwa noże, dwie zapinki i fragment żelazny określony jako półkostek), reprezentują cechy żelaza „świętokrzyskiego”<sup>14</sup>. Podobnie przedstawia się technologia wyrobów żelaznych z innych stanowisk kultury przeworskiej zbadanych przez autora.

Przedmioty żelazne z Mostowa i Puław-Włostowice są dalszym dowodem dużej jednolitości technologicznej u plemion kultury przeworskiej, wyrażającej się powszechnym stosowaniem wyrobów żelaznych, produkowanych masowo przez hutników w rejonie Gór Świętokrzyskich.

*Institut Odlewnictwa  
w Krakowie*

JERZY PIASKOWSKI

#### METALLOGRAPHIC INVESTIGATIONS OF THE ANCIENT IRON OBJECTS FROM MASÓW AND PUŁAWY-WŁOSTOWICE

Three iron objects from Masów and 8 objects from Puławy-Włostowice, all derived from cremation cemeteries of the Przeworsk culture, were examined. The investigations included metallographic observations with the classification of the grain size and of the microhardness of structural elements as well as measurements of metal hardness by Vickers method. Chemical quantitative analysis was also applied out.

The lock spring and knife from Masów, the shears, knives nos 1 and 2, the ring, the key, spearheads nos 1 and 2 and the spur from Puławy-Włostowice were made of iron with low phosphorus content (up to 0.21% P), with a varied, usually uneven carburization. They had characteristics of metal produced in the great metallurgical centre in the Holy Cross Mountains, situated nearby. Only the shears from Masów had a higher phosphorus content (0.28%).

Neither carburization of iron nor welding or iron and steel were observed. The materials in question come from cremation cemeteries and therefore it is impossible to state whether they were submitted to heat treatment. Only the knife from Masów and knife no 2 from Puławy-Włostowice (and the lock spring as well) were made of steel with carbon content high enough to ensure the effectiveness of such a treatment.

<sup>12</sup> J. Piaskowski, *Wyroby żelazne kowali świętokrzyskich w okresie późnolateńskim i rzymskim, ich rozpowszechnienie i ocena jakości*, „Rocznik Świętokrzyski”, t. 3: 1972, s. 245.

<sup>13</sup> Piaskowski, *Technologia i pochodzenie wyrobów żelaznych...*, s. 155.

<sup>14</sup> J. Piaskowski, Z. Hensel, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z cmentarzysk ciałopalnych w Brzeźcach pod Białobrzegami, woj. Radom*, Spraw. Arch., t. 31: 1979, s. 141.

