

JERZY PIASKOWSKI

## METALOZNAWCZE BADANIA WCZESNOŚREDNIOWIECZNYCH PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH Z HORODYSZCZA, WOJ. BIAŁA PODLASKA, I MASŁOMĘCZA, WOJ. ZAMOŚĆ

Pomimo przeprowadzenia szeregu badań starożytnych i wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych z wschodnich ziem Polski, technologia żelaza na tym obszarze jest jeszcze nadal mało znana. Zbadano dotychczas 19 przedmiotów żelaznych z cmentarzysk ciałopalnych z okresu wpływów rzymskich, w tym 5 z Dratowa k. Puław<sup>1</sup>, 3 -- z Opoła Lubelskiego, 3 -- z Masowa i 8 -- z Puław-Włostowic<sup>2</sup>.

Nieco więcej zbadano materiałów z wczesnego średniowiecza, a mianowicie 21 wyrobów żelaznych i 10 fragmentów żużla z Chodlika, 7 przedmiotów żelaznych i 3 fragmenty żużla z Lublina (VIII-XIII w.), 6 przedmiotów z Lublina-Czwartku (XII-XIV w.), 9 przedmiotów z Czerwna-Czerwienia i 4 przedmioty z Horodyszca k. Chełma (XII-XIII w.), a więc ogółem 47 wyrobów żelaznych i 13 fragmentów żużla<sup>3</sup>.

Wynik i analizy tych niezbyt licznych materiałów wskazują, że technologia wyrobów żelaznych z okresu wpływów rzymskich nie różni się od technologii takich wyrobów występujących na innych stanowiskach kultury lużyckiej, pomorskiej i przeworskiej, natomiast we wczesnym średniowieczu technologia żelaza na wschodnich ziemiach Polski -- jak się wydaje -- reprezentuje nieco niższy poziom aniżeli na lewym brzegu Wisły i Sanu.

Ta ocena wymaga jednak potwierdzenia w badaniach większej liczby okazów. W tym celu poddano badaniom dalsze materiały, a mianowicie przedmioty żelazne z Horodyszca, woj. Biała Podlaska (X-XIII w.), i z Masłomęcza, gm. Hrubieszów, woj. Zamość.

Materiały pochodziły z prac wykopaliskowych prowadzonych przez Zakład Archeologii Uniwersytetu im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Za udostępnienie materiałów do badań autor składa podziękowanie kierownictwu Zakładu.

---

<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 Dziedzin Górnicztwa i Hutnictwa, t. 17: 1962, s. 155.

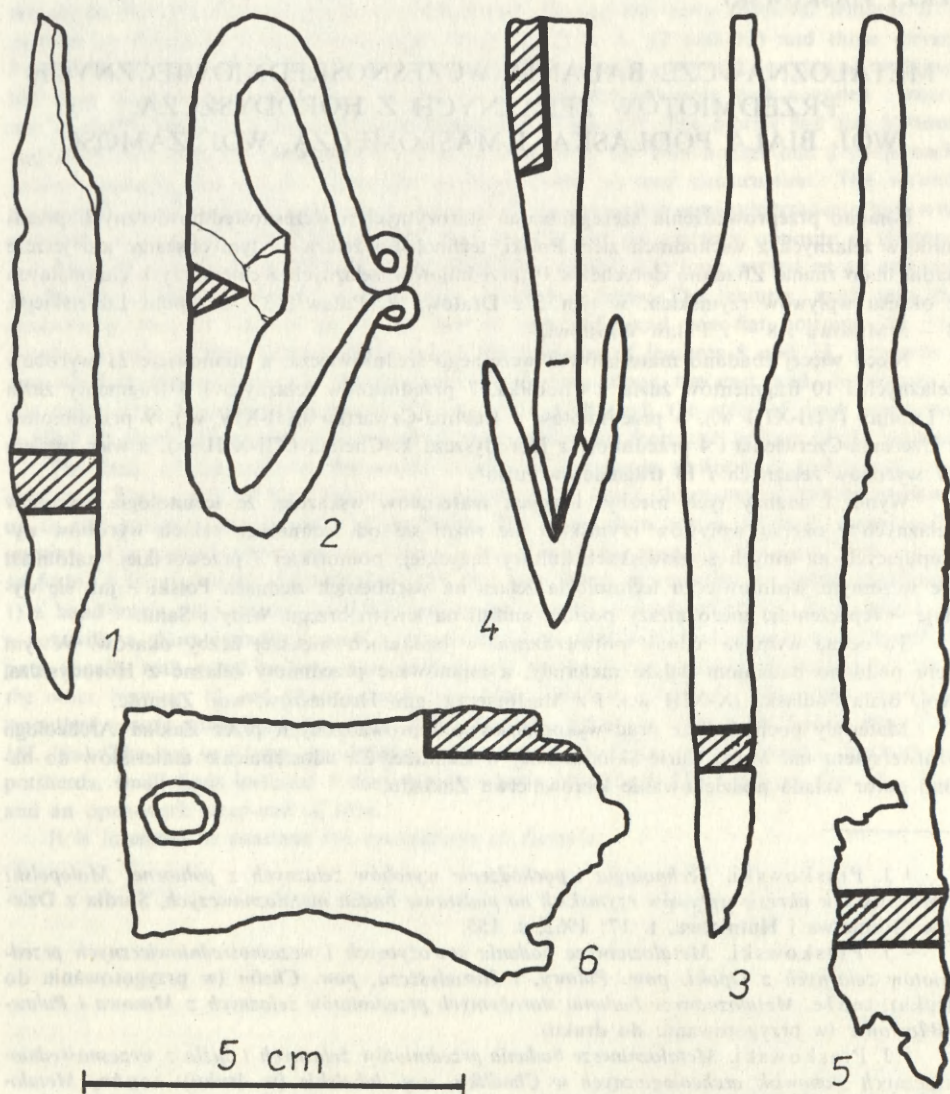
<sup>2</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania starożytnych i wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych z Opoki, pow. Puławy, i Horodyszca, pow. Chełm* (w przygotowaniu do druku); tenże, *Metaloznawcze badania starożytnych przedmiotów żelaznych z Masowa i Puław-Włostowic* (w przygotowaniu do 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 wczesnośredniowiecznych 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 przedmiotów żelaznych z wczesnośredniowiecznej osady w Czerwnie-Czerwieniu* (w nin. tomie); tenże, *Metaloznawcze badania...* z Opoki...

Przeprowadzone analizy zrealizowano 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 przeprowadzono analizy).

### ZESTAWIENIE ZBADANYCH PRZEDMIOTÓW

Do badań przeznaczono 6 przedmiotów żelaznych z wczesnośredniowiecznej osady w Horodyszczu; 3 noże, w tym 1 z długim trzonkiem; krzesiwo, grot strzały i fragment okucia. Liczbę tę trzeba uznać za małą, z tym jednak, że 4 okazy (3 noże krzesiwo) – to na-



Ryc. 1. Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych z Horodyszczu:

1 – nóż nr 1, 2 – krzesiwo, 3 – nóż nr 2, 4 – grot strzały, 5 – nóż nr 3 (z długim trzpieniem), 6 – fragment okucia

Investigated iron objects from Horodyszcz:

1 – knife no 1, 2 – "strike-a-light", 3 – knife no 2, 4 – arrowhead, 5 – knife no 3 (with a long tang), 6 – fragment of a fitting



rzędzia wymagające bardziej wyspecjalizowanej technologii. Są to jednak kolejne analizowane materiały żelazne z Horodyszczu. W pierwszej serii poddano bowiem badaniom 4 przedmioty, a mianowicie 2 gwoździe i 2 fragmenty nieokreślonego przeznaczenia; nie mogły one dostarczyć danych o bardziej złożonych procesach technologicznych.

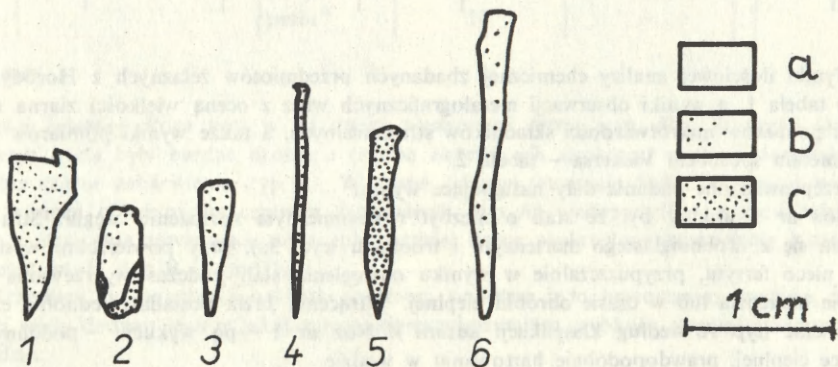
Ponadto zbadano 2 przedmioty żelazne z Masłomęcza, woj. Zamość; fragment łupki i nóż. Trzeba zaznaczyć, że zabytki żelazne z tego terenu nie były dotychczas w ogóle badane.

Opracowanie archeologiczne materiałów z Horodyszczu opublikowała S. Hoczyk<sup>4</sup>, a materiałów z Masłomęcza – A. Kokowski i W. Kozak-Zychman<sup>5</sup>.

## METODY BADAŃ I SPOSÓB ZESTAWIENIA WYNIKÓW

Metody opisanych badań i sposób zestawienia wyników były identyczne, jak w innych podobnych pracach autora<sup>6</sup>. Badania obejmowały ilościową analizę chemiczną, obserwacje metalograficzne wraz z oceną wielkości ziarna (według normy PN-66/H-04507), pomiary mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych przeprowadzane przy użyciu mikrotwardościomierza Hanemanna oraz badania twardości sposobem Vickersa (według normy PN-78/H-04360).

Ilościową analizę chemiczną przeprowadzono zgodnie z metodami analitycznymi stosowanymi dla stopów żelaza. Zawartość fosforu oznaczano metodą miareczkową. Przy oznaczeniach zawartości niklu i miedzi stosowano metodę absorpcji atomowej. 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 etylowym (nital). Przy pomiarach mikrotwardości stosowano obciążenie 50 gramów w ciągu 15 s; każdy wynik jest średnim z 5 pomiarów.



Ryc. 2. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych z Horodyszczu:

1 – nóż nr 1, 2 – krzesiwo, 3 – nóż nr 2, 4 – grot strzały, 5 – nóż nr 3 (z długim trzpieniem), 6 – fragment okucia,  
a – żelazo, b – żelazo nawęglone, c – stal

### Technology of the investigated iron objects from Horodyszczu:

1 – knife no 1, 2 – "strike-a-light", 3 – knife no 2, 4 – arrowhead, 5 – knife no 3 (with a long tang), 6 – fragment of a fitting. a – iron, b – carburized iron, c – steel

<sup>4</sup> S. Hoczyk, *Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Horodyszczu w powiecie włodawskim*, „Rocznik Lubelski”, t. 9: 1966, s. 61.

<sup>5</sup> A. Kokowski, W. Kozak-Zychman, *Gdy kobietom ucinali głowy*, „Z otchłani wieków”, t. 48: 1980/83, s. 19; A. Kokowski, *Periode romain tardive, civilisation de Černjachov*, „Inventaria Archeologica”, t. 50: 1983, PL. 302-306.

<sup>6</sup> J. Piaskowski, *Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego w X-XV wieku na podstawie badań metaloznawczych*, „Gdańskie Tow. Naukowe, Prace Komisji Archeologicznej”, 1960, nr 2, s. 68.

Badania twardości żelaza i stali nie hartowanej prowadzono przy obciążeniu 10 kG trwającym 15 s; a przy badaniu stali hartowanej obciążenie wynosiło 30 kG. Każdy wynik jest średnim z 2-3 pomiarów.

Uzyskane wyniki podano w tablicach i w odpowiednich zestawieniach rysunkowych, podobnie jak we wszystkich innych pracach tego autora.

## WYNIKI BADAŃ

### PRZEDMIOTY ŻELAZNE Z HORODYSZCZA

Szkic zbadanych przedmiotów żelaznych z Horodyszczu – wraz z określeniem miejsca wycięcia próbki – przedstawiono na ryc. 1, natomiast technologię ich wykonania (z uwzględnieniem rodzaju tworzywa) – na ryc. 2.

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

Lp.	Nazwa przedmiotu	Masa g	Zawartość %		
			P	Ni	Cu
1	Nóż nr 1	16	0,02	0,069	
2	Krzesiwo	22	0,37	0,020	0,106
3	Nóż nr 2	11	0,24	0,111	0,020
4	Grot strzały	11	0,97	0,024	0,008
5	Nóż nr 3 (z długim trzpieniem)	20	0,08	0,040	0,010
6	Fragment okucia	30	0,05	0,012	0,008

Wyniki ilościowej analizy chemicznej zbadanych przedmiotów żelaznych z Horodyszczu podaje tabela 1, a wyniki obserwacji metalograficznych wraz z oceną wielkości ziarna i wynikami pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych, a także wyniki pomiarów twardości metalu sposobem Vickersa – tabela 2.

Przeprowadzone badania dały następujące wyniki:

Nóż nr 1 wykuty był ze stali o niezbyt równomiernym rozłożeniu węgla. Struktura składała się z drobnoiglastego martenzytu i troostytu (ryc. 3a), przy powierzchni wystąpiło także nieco ferrytu, przypuszczalnie w wyniku odwęglenia stali podczas wygrzewania przy wyrobie narzędzia lub w czasie obróbki cieplnej. Wtrącenia żużla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A według klasyfikacji autora<sup>7</sup>). Nóż nr 1 – po wykuciu – poddany był obróbce cieplnej, prawdopodobnie hartowaniu w wodzie.

Krzesiwo kablakowe wykonane zostało z żelaza o strukturze pasmowej, na powierzchni pracującej zgrzana była nakładka stalowa (ryc. 3b). Struktura pasmowa związana była z rozłożeniem fosforu, które ujawniło wytrawienie próbki odczynnikami Oberhoffera (ryc. 3c). Wykazało ono również, że zawartość fosforu w nakładce stalowej była niższa aniżeli w części żelaznej.

Stwierdzono, że z nakładki stalowej nastąpiła znaczna dyfuzja węgla do części żelaznej, sięgała ona na głębokość ok. 1 mm (grubość nakładki wynosiła ok. 2 mm) – ryc. 3d. Ślady zgrzewania wystąpiły szczególnie wyraźnie po wytrawieniu odczynnikami Oberhoffera ujawniającym różnice zawartości fosforu w nakładce stalowej i w części żelaznej – ryc. 4a.

W nakładce stalowej wystąpiła struktura martenzytyczna, podobnie jak w strefie dyfuzji

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



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

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość Hm kG/mm <sup>2</sup>	Twardość Vickersa kG/mm <sup>2</sup>
1	Nóż nr 1	martenzyt	—	575	} 503
		troostyt	—	403	
		feryt*	10	278	
2	Krzesiwo				
	1) nakładka stalowa	martenzyt	—	899	454
	2) część żelazna	martenzyt	—	396	} 165
		feryt	7	235	
3	Nóż nr 2	feryt	7	184	} 168
		perlit	6	233	
4	Grot strzały	feryt sorbit	10	151	144,7
5	Nóż nr 3 (z długim trzpieniem)	martenzyt	—	456	} 281
		martenzyt	—	496	
		sorbit	—	359	
		feryt*			
6	Fragment okucia	feryt	6	112	} 89,6
		feryt	8	136	
		perlit*	10	—	

\* tady

w części żelaznej. Poza tym w tej części występował feryt (ryc. 4b). W części stalowej wtrącenia żuźla były bardzo drobne i trudno określić ich strukturę, na ogół posiadały one jednolite czarne zabarwienie (typ A). W części żelaznej wtrącenia żuźla były nieco większe; obok wtrąceń o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały – w niewielkich ilościach – wtrącenia zawierające mniej lub bardziej liczne zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B i typ D1).

Krzesiwo, po nagraniu nakładki stalowej, poddane było hartowaniu; możliwe, że do zimnej wody dodano jeszcze jakąś substancję przyspieszającą szybkość stygnięcia zanurzonego narzędzia.

Nóż nr 2 wykazał ferrytyczno-perlityczną strukturę stali o nierównomiernym nawęgleniu sięgającym do ok. 0,4% C – ryc. 4c. Nóż nie był więc poddany obróbce cieplnej. Obok wtrąceń żuźla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) występowały nieliczne wtrącenia o bardziej złożonej strukturze, zawierające zaokrąglone, jasne wydzielenia na tle dwufazowym składającym się z fazy ciemnopopielatej i czarnej (typ E) – ryc. 4d.

Grot strzały wykuty był z niskowęglowej stali o niezbyt równomiernym nawęgleniu (z jednej strony grotu zaobserwowano odwęglenie), dochodzącym do 0,2% C. Struktura metalu składała się z ferrytu i sorbitu (ryc. 5a). Wtrącenia żuźla były bardzo cienkie, miały one jednolite czarne zabarwienie (typ A); w niektórych wtrąceniach zaobserwowano jasne wydzielenia (typ B?).

Nóż nr 3 (z długim trzpieniem) został wykonany ze stali. Struktura noża składała się z drobnoiglastego martenzytu (ryc. 5b), a w niektórych miejscach – i sorbitu. Występowały też miejsca słabiej nawęglone, w których obserwowano ziarna ferrytu (ryc. 5c). Wtrącenia żuźla posiadały jednolite czarne zabarwienie (typ A), w pojedynczych wtrąceniach zaobserwo-



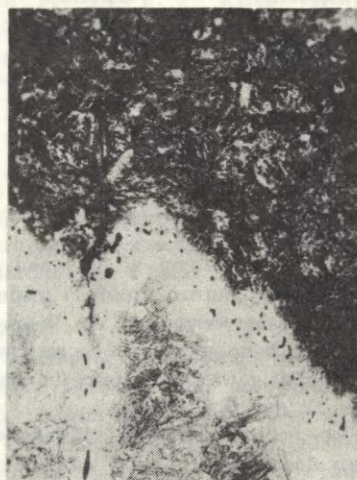
a



b



c



d

Ryc. 3. Nóż nr 1: *a*) struktura pod większym powiększeniem, pow.  $500\times$ . Krzesiwo: *b*) struktura na poprzecznym przekroju, pow.  $5\times$ , *c*) rozłożenie fosforu na poprzecznym przekroju, pow.  $5\times$ , *d*) struktura na przejściu pomiędzy nakładką stalową a częścią żelazną, pow.  $100\times$

*a, b, d* – traw. nitałem. *c* – traw. odczynnikiem Oberhoffera

Knife no 1: *a*) largely magnified structure,  $\times 500$ . "Strike-a-light": *b*) structure on the cross-section,  $\times 5$ ; *c*) distribution of phosphorus on the cross-section,  $\times 5$ ; *d*) structure at the surface between the steel cover-plate and the iron part,  $\times 100$

*a, b, d* – nital etched. *c* – etched by Oberhoffer reagent





a



b



c



d

Ryc. 4. Krzesiwo: *a*) rozłożenie fosforu w nakładce stalowej i w części żelaznej, pow. 100 ×, *b*) struktura części żelaznej (widoczne ślady międzykrystalicznej korozji), pow. 100 ×. Nóż nr 2; *c*) struktura, pow. 100 ×, *d*) wtrącenia żużla, pow. 500 ×  
*a* – traw. odczynnikiem Oberhofferera, *b,c* – traw. nitałem, *d* – nietraw.

“Strike-a-light”: *a*) distribution of phosphorus in the steel coverplate and in the iron part, ×100, *b*) structure of the iron part (parts of intercrystalline corrosion are visible), ×100.  
 Knife no 2: *c*) structure, ×100, *d*) slag inclusions, ×500

*a* – etched by Oberhoffer reagent, *b,c* – nital etched, *d* – unetched



a



b



c



d

Ryc. 5. Grot strzały: *a*) struktura, pow. 100 ×. Nóż nr 3: *b*) struktura, pow. 100 ×, *c*) struktura w miejscu słabiej nawęglonym pod większym powiększeniem, pow. 500 ×. Fragment okucia: *d*) struktura, pow. 100 ×

*a-d* – traw. nitaliem

Arrowhead: *a*) structure, ×100. Knife no 3: *b*) structure, ×100, *c*) structure in the less carbonized part, largely magnified, ×500. Fragment of a fitting: *d*) structure, ×100

*a-d* – nital etched



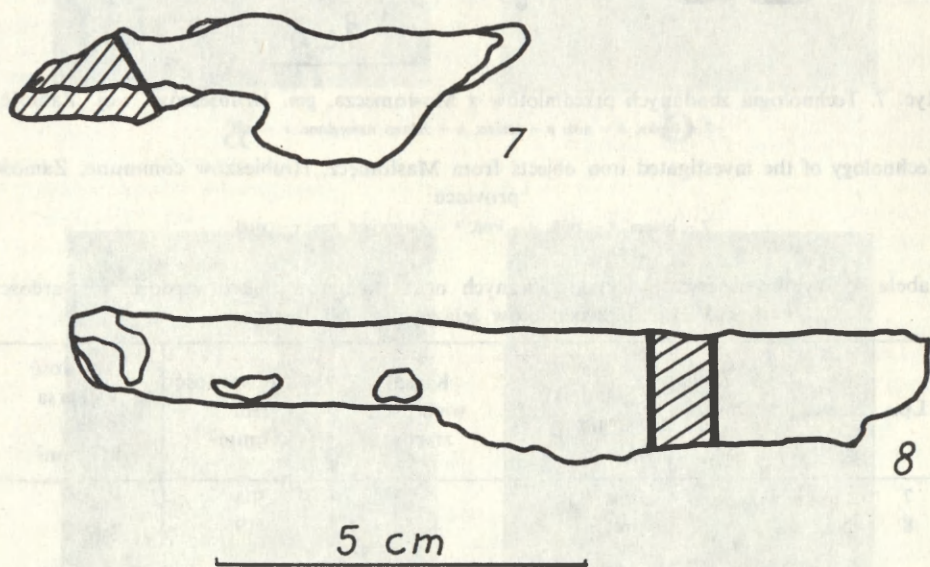
wano nieliczne zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B). Nóż nr 3 podany był obróbce cieplnej, prawdopodobnie hartowaniu w wodzie.

Fragment okucia wykazał strukturę ferrytyczną z śladowymi ilościami perlitu na granicach ziarn (ryc. 5d). Obok wtrąceń żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (typ A) obserwowano wtrącenia zawierające nieliczne zaokrąglone wydzielenia jasnej fazy na ciemnym tle (typ B).

## PRZEDMIOTY ŻELAZNE Z MASŁOMĘCZA

Szkic zbadanych przedmiotów żelaznych z Masłomęcza, gm. Hrubieszów (woj. Zamość) – wraz z miejscem wycięcia próbki – przedstawiono na ryc. 6, a technologię ich wykonania (ściślej rodzaj tworzywa) – na ryc. 7. Wyniki ilościowej analizy chemicznej obu zbadanych przedmiotów z Masłomęcza zostały zestawione w tabeli 3, a wyniki obserwacji metalograficznych wraz z oceną wielkości ziarna i wynikami pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych, a także wyniki pomiarów twardości sposobem Vickersa – w tabeli 4.

Przeprowadzone badania dały następujące wyniki:



Ryc. 6. Zestawienie zbadanych przedmiotów z Masłomęcza, gm. Hrubieszów, woj. Zamość:

7 – łupka, 8 – nóż

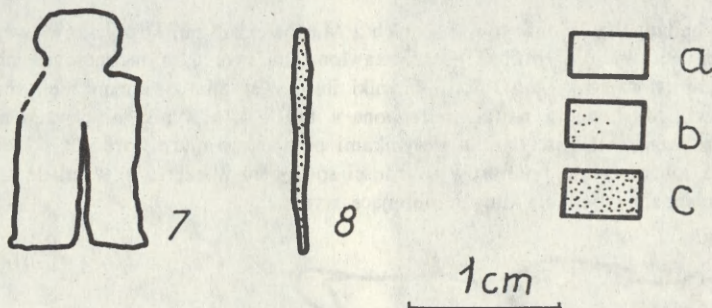
Investigated objects from Masłomęcz, Hrubieszów commune, Zamość province:

7 – bloom, 8 – knife

Tabela 3. Zestawienie i wyniki liczbowej analizy chemicznej przedmiotów żelaznych z Masłomęcza

Lp.	Nazwa przedmiotu	Lokalizacja (nr inw.)	Masa g	Zawartość, %		
				P	Ni	Cu
7	Fragment (łupka)	wykop III A. warstwa: humus (nr inw. 70)	63,5	0,17	0,056	0,060
8	Nóż	st. 9 (osada) znalezisko powierzchniowe (nr inw. 50)	14,7	0,070	0,057	0,103

Fragment żelazny określony jako łupka (łupka) wykazał strukturę sorbityczną (ryc. 8a). Trawienie odczynnikami Oberhoffer'a, ujawniającym segregację fosforu, wykazało pasmowe rozłożenie tego pierwiastka (ryc. 8b). Łupka poddana była, zapewne przypadkowo – obróbce cieplnej (szybkemu ostudzeniu). W łupce występowały nieliczne wtrącenia żużla o jednolitym popielatym zabarwieniu (ryc. 8c), których wygląd był nieco inny aniżeli obserwuje się w wyrobach z żelaza dymarskiego.



Ryc. 7. Technologia zbadanych przedmiotów z Masłomęcza, gm. Hrubieszów, woj. Zamość:

7 – łupka, 8 – nóż, a – żelazo, † – żelazo nawęglone, c – stal

Technology of the investigated iron objects from Masłomęcz, Hrubieszów commune, Zamość province:

7 – bloom, 8 – knife, a – iron, † – carburized iron, c – steel

Tabela 4. Wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości Vickersa przedmiotów żelaznych z Masłomęcza

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość Hm kG/mm <sup>2</sup>	Twardość Vickersa Hv kG/mm <sup>2</sup>
7	Łupka	sorbit (?)	–	504	383
8	Nóż	bainit	–	419	319

Nóż ze stan. 9 (osada) zawierał bardzo drobne i nieliczne wtrącenia żużla, charakterystyczne dla metalu późnohistorycznego. Nóż wykuty był ze stali i poddany obróbce cieplnej, o czym świadczy struktura bainityczna (ryc. 8d).

#### OPRACOWANIE WYNIKÓW

Dwa zbadane przedmioty żelazne (z których 1 zresztą okazał się późnohistorycznym) nie pozwalają na dokonanie oceny technologii okazów pochodzących z Masłomęcza, gm. Hrubieszów, woj. Zamość. Dlatego nadal konieczne są dalsze badania przedmiotów żelaznych z środkowo-wschodnich ziem Polski. Można więc tu ograniczyć się tylko do podsumowania wyników badań przedmiotów żelaznych z Horodyszcz, woj. Biała Podlaska. Wśród tego – nielicznego wprawdzie – zbioru wyrobów można wyróżnić parę grup.

Pierwszą grupę stanowią noże nr 1 i 3, wykonane ze stali o dość niskiej zawartości fosforu (0,02 i 0,08% P), drugą grupę stanowi fragment okucia wykuty z niskofosforowego żelaza. Natomiast pozostałe 3 okazy zaliczyć należy do wyrobów z metalu o wyższej zawartości fosforu (0,24 do 0,97% P), przy czym nóż nr 2 wykazał strukturę stali średniowęglowej, a grot strzały – stali niskowęglowej.





a



b



c



d

Ryc. 8. Łupka: a) struktura, pow. 100 ×, b) wtrącenia żużla, pow. 500 ×, c) rozłożenie fosforu, pow. 100 ×. Nóż: d) struktura, pow. 100 ×  
a,d – traw. azotalem, b – nietraw., c – traw. odczynnikiem Oberhoffera

Bloom: a) structure, ×100, b) slag inclusions, ×500, c) distribution of phosphorus, ×100.  
Knife: d) structure, ×100

a,d – nital etched, b – unetched, c – etched by Oberhoffer reagent

Na szczególnie wyróżnienie zasługuje krzesiwo dwukabłkowe z Horodyszczu, o typowym kształcie i typowej technologii dla wczesnego średniowiecza. Krzesiwo to posiadało nakładkę stalową. Takie krzesiwa dwukabłkowe z cmentarzyska w Lutomierniku k. Łaska (XI w.), wykute z żelaza, miały również nakładki stalowe i były hartowane<sup>8</sup>. Krzesiwa kabłkowe z nakładką stalową, hartowane występują również na terenie wczesnośredniowiecznej Rusi (Nowogród)<sup>9</sup>.

Reasumując zbadane przedmioty żelazne z Horodyszczu, woj. Biała Podlaska, reprezentują technologię typową dla terenów Polski w okresie wczesnego średniowiecza; dowodzi tego znaczny udział wyrobów z żelaza wysokofosforowego oraz sposób wykonania krzesiwa. Jednak ilość wczesnośredniowiecznych narzędzi zgrzewanych z żelaza i stali pochodzących z ziem położonych na wschód od Wisły jest niewielka i wynosi tylko 26,9% (dla zbadanych dotychczas noży – 29,4%). Obok krzesiwa z Horodyszczu, technikę tę wykazują: nóż nr 2 i grot strzały z Chodlika (VI-VIII w.), nóż nr 1 z Czerwna-Czerwienia oraz noże nr 1-3 z Lublina-Czwartku (XII-XIV w.). Tymczasem dla pozostałych ziem Polski udział wczesnośredniowiecznych narzędzi zgrzewanych z żelaza i stali wynosi 55,6%, a noży – nawet 71,1%<sup>10</sup>.

W tej chwili jednak byłoby przedwczesne twierdzenie o niższym poziomie technologicznym ziem wschodnich Polski, gdyż liczba zbadanych narzędzi żelaznych z tych terenów pozostaje jeszcze niewielka (27 sztuk) i – być może – dalsze badania pozwolą na zidentyfikowanie większej liczby narzędzi zgrzewanych z żelaza i stali i ustalenie, kiedy technika ta została zastosowana na tych terenach.

*Instytut Odlewnictwa w Krakowie*

JERZY PIASKOWSKI

#### METALLOGRAPHIC INVESTIGATIONS OF EARLY MEDIEVAL IRON OBJECTS FROM HORODYSZCZE, BIAŁA PODLASKA PROVINCE AND FROM MASŁOMĘCZ, ZAMOŚĆ PROVINCE

The metallographic investigations of iron objects from Horodyszczu and Masłomęcz involved metallographic observations with the classification of the grain size, the measurements of microhardness of structural components, and the hardness measurements of metal by the Vickers method. Quantitative chemical analysis was also carried out. Iron objects from Horodyszczu (10th-13th centuries) show technology typical of the Early Middle Ages.

Knives nos 1 and 3 were forged in steel with low phosphorus content and submitted to heat treatment (hardening probably in water). The other objects were made of metal with higher phosphorus content. The "strike-a-light" was forged in iron with a steel cover-plate; it was also additionally hardened by quenching.

Knife no 2 has a ferritic-perlitic structure of steel with about 0.4% C; the arrowhead has a lower carbon content (about 0.2% C).

A bloom from Masłomęcz was a fragment of steel, probably hardened by chance. A knife from the site (a surface find) is a modern specimen which accidentally found its way into the surface layer of the site.

<sup>8</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych*. [w:] A. Nadolski, T. Poklewski, A. Abramowicz, *Cmentarzysko z XI wieku w Lutomierniku pod Łodzią*, Łódź 1959, s. 125.

<sup>9</sup> B. A. Kolčoin, *Čornaja metallurgija i metalloobrabotka v drevnej Rusi*, „Materialy i Issledovanija po Archeologii SSSR”, t. 32: 1953, s. 165; tenże, *Železobrabotyvujuščee remeslo Novgoroda Velikogo*, „Materialy i Issledovanija po Archeologii SSSR”, t. 65: 1959, t. II, s. 101.

<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. 19-20.