

# S T U D I A I M A T E R I A Ł Y

JERZY PIASKOWSKI

## BADANIA METALOZNAWCZE WYROBÓW ŻELAZNYCH Z CMENTARZYSKA KULTURY ŁUŻYCKIEJ W SOKOLNIKACH, POW. TARNOBRZEG

Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych z cmentarzyska kultury łużyckiej w Sokolnikach, pow. Tarnobrzeg, przeprowadzone były z inicjatywy prof. Michała Drewki, który przygotowuje archeologiczne opracowanie tych materiałów. Za udostępnienie materiałów do badań składa autor podziękowanie prof. dr. Stefanowi Noskowi, dyrektorowi Muzeum Archeologicznego w Krakowie.

Praca niniejsza zawiera jedynie analityczne zestawienie wyników badań<sup>1</sup>, uogólnienie jej wykorzystane będzie w szerszym opracowaniu przygotowywanym wraz z mgr T. Różycką z Wrocławia. Stanowi ono dalszy ciąg prac autora, prowadzonych wspólnie z mgr T. Różycką, nad technologią żelaza na ziemiach Polski w okresie halsztackim<sup>2</sup>.

Ilość wyrobów żelaznych z okresu halsztackiego — znalezionych na ziemiach Polski — które zostały poddane badaniom metaloznawczym, jest już poważna i wynosi 131 sztuk<sup>3</sup>. Licznie reprezentowane są tam też stanowiska kultury łużyckiej, jednak znajdujące się głównie na terenie Wielkopolski i Śląska. Natomiast wśród zbadanych materiałów brak okazów ze stanowisk kultury łużyckiej w Małopolsce, z wyjątkiem dwóch przedmiotów z cmentarzyska w Skrajnej, pow. Kalisz.

---

<sup>1</sup> Badania prowadzone były w ramach prac Sekcji Historii Polskiej Techniki Hutniczej i Odlewniczej Zakładu Historii Nauki i Techniki PAN przy poparciu Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN. Wykonywano je w laboratoriach Instytutu Odlewnictwa w Krakowie.

<sup>2</sup> Por. J. Piaskowski, T. Różycka, *Badania technologii wyrobów żelaznych na ziemiach Polski w okresie halsztackim i wczesnolateńskim*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, t. 7: 1959 nr 3, s. 379. Także: J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych z cmentarzysk ciałopalnych Wielkopolski z okresu halsztackiego*, „Fontes Archaeologici Posnanienses”, t. 10: 1959, s. 202; tenże, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych ze „skarbów” i osad łużyckich Wielkopolski*, „Archeologia Polski”, t. 3: 1959, z. 2, s. 349.

<sup>3</sup> Piaskowski, Różycka, *op. cit.*, s. 382.

## 1. Metody badań i sposób zestawienia wyników

Metody opisanych badań oraz sposób zestawienia wyników były prawie identyczne, jak w innych podobnych pracach autora<sup>4</sup>. Dlatego pominięto ich szczegółowy opis, podając tylko w skrócie, że badania obejmowały ilościową i jakościową (spektrograficzną) analizę chemiczną, obserwacje metalograficzne wraz z oceną wielkości ziarna, pomiary mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych oraz pomiary twardości.

Tabela 1  
Wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej

Lp.	Rodzaj przedmiotu	Naczenie	Nr inw.	Ciężar G	Zawartość, %				Analiza jakościowa*										
					Si	Mn	P	S	As	Ba	Bi	Co	Cu	Ni	Pb	Sb	Sn	Ti	V
1	Bransoleta nr 1	1 7	5192	35,0	0,00		0,026	0,038	o?	+	o?		+	+	o?		o?	o	
2	Szpila (ułamek)	1 22	5191	2,4			0,013		o	o	o?		+	+			+	o?	
3	Nożyk nr 1	1 38		13,1		0,032	0,039		+	o	o?		+	+	+	o?	o	o	o?
4	Bransoleta nr 2	1 38		16,6	0,028	0,038	0,037	0,042	+	+	o?		+	+	+	o?	o	+	o?
5	Wędzidło	1 58		51,0	0,00		0,024	0,027			o?		+	+			+	o	o
6	Nożyk nr 2	1 59	5194	2,3			0,022		o	o	o?		+	+	o	o?	o	+	

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

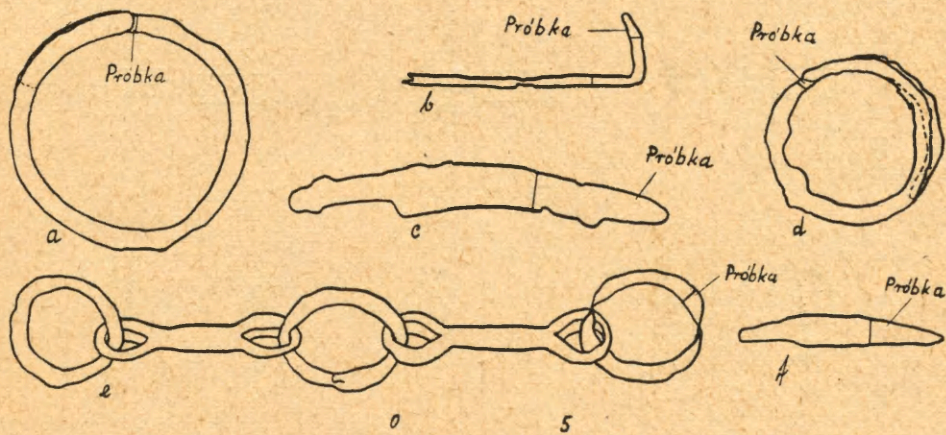
Analizę ilościową przeprowadzono zgodnie z metodami analitycznymi, stosowanymi do stopów żelaza. Zawartość fosforu oznaczano metodą fotometryczną; metoda ta jest bardzo dogodna, gdyż naważka wynosi zaledwie 0,4 g (inne metody oznaczania fosforu, stosowane w dotychczasowych pracach autora, wymagają naważki co najmniej 1 g). Zastosowanie metody fotometrycznej jest ograniczone zawartością fosforu w metalu (poniżej 0,25% P), jednak przeprowadzone uprzednio obserwacje metalograficzne oraz pomiary mikrotwardości pozwalały przypuszczać, że zawartość fosforu w badanych wyrobach z Sokolnik nie przekracza maksymalnej wielkości dla metody fotometrycznej.

Zawartość węgla oceniano na podstawie obserwacji metalograficznych; zbadane okazy wykazywały na ogół niezbyt równomierne nawęglenie, a stąd oznaczona wielkość „średnia“ byłaby wartością przypadkową.

Jakościową analizę chemiczną przeprowadzono metodą spektrograficzną przy użyciu spektrografu ISP 22, wzbudzając łuk pomiędzy próbkami tego samego materiału. Podając wyniki analizy jakościowej (tab. 1), pominięto obecność podstawowych składników stopów żelaza: Fe, C, Si, Mn, P i S oraz Al, Ca, Mg i Zn, które występowały we wszystkich

<sup>4</sup> Por. J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wczesnośredniowiecznych wyrobów żelaznych na przykładzie zabytków archeologicznych z Łęczycy, Czerchowa i Buczka*, [w:] *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa*, t. 3, Wrocław 1959, s. 7,

zbadanych próbkach. Znak + określa wyraźnie stwierdzoną obecność domieszek, natomiast znak o świadczy o obecności jedynie ostatnich (najtrwalszych) linii widma danego pierwiastka. Identyfikacja tych linii w niektórych przypadkach (Bi, Co, Sb, V) była trudna i niepewna.



Ryc. 1 Zestawienie zbadanych wyrobów żelaznych z cmentarzyska kultury łużyckiej w Sokolnikach, pow. Tarnobrzeg:

a — bransoleta nr 1 (naczynie I, 7); b — szpila (naczynie I, 22); c — nożyk nr 1 (naczynie I, 38); d — bransoleta nr 2 (naczynie I, 38); e — wędzidło (naczynie I, 58); f — nożyk nr 2 (naczynie I, 59)

Obserwacje metalograficzne prowadzono przy powiększeniu 100 i 500  $\times$ , trawiąc próbki 4% roztworem kwasu azotowego w alkoholu metylowym (azotal). Określono przy tym wielkość ziarna według Polskiej Normy PN 56/H-04507. Miejsce wycięcia próbek do badań metalograficznych podano na ryc. 1, zawierającej wykonane w skali szkice zbadanych okazów.

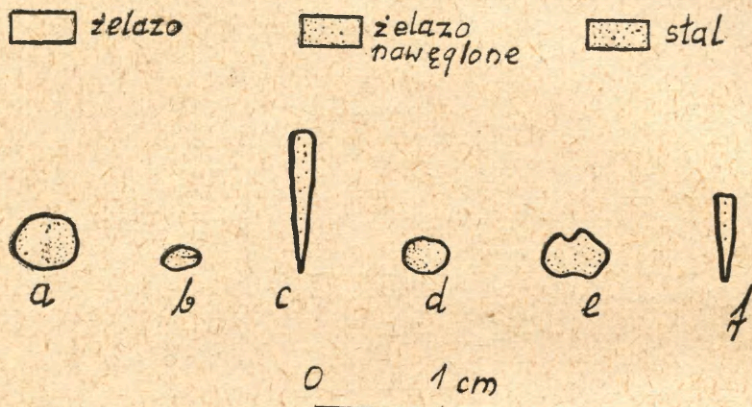
Badania mikrotwardości prowadzono przy użyciu mikrotwardościomierza Hanemanna, stosując nacisk 50 g. Każdy wynik jest średnim z 5 pomiarów. Twardość określano sposobem Vickersa (Polska Norma PN/H-04360), przy nacisku 10 kG trwającym 15 sek. Każdy wynik jest średnim z 2—3 pomiarów.

Wyniki badań — podobnie jak w innych tego typu pracach autora — zestawione są w dwóch tabelach oraz na ryc. 2, na której podano technologię zbadanych wyrobów z cmentarzyska w Sokolnikach, a raczej umownie oznaczony rodzaj metalu (stopień nawęglenia).

## 2. Wyniki badań

Zestawienie zbadanych wyrobów żelaznych z cmentarzyska kultury łużyckiej w Sokolnikach, pow. Tarnobrzeg, podano na ryc. 1, a ich

technologię (tj. stopień nawęglenia w badanych próbkach) na ryc. 2. Wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej zbadanych materiałów zebrano w tab. 1, a wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości Vickersa — w tab. 2.



Ryc. 2. Oznaczenie technologii (stopnia nawęglenia metalu) w zbadanych wyrobach żelaznych z cmentarzyska:

a — bransoleta nr 1 (naczynie I, 7); b — szpila (naczynie I, 22); c — nożyk nr 1 (naczynie I, 38); d — bransoleta nr 2 (naczynie I, 38); e — wędziłło (naczynie I, 58); f — nożyk nr 2 (naczynie I, 59)

Bransoleta nr 1, pochodząca z naczynia I 7, wykuta była z pręta żelaznego o średnicy ok. 6 mm. Średnica wewnętrzna bransolety (w świetle) wynosiła ok. 59 mm. Oba końce zdobione były szeregiem poprzecznych rowków (ryc. 3). Została ona wykonana z żelaza o nierównomiernym nawęgleniu (ryc. 4 a) i o bardzo niskiej zawartości fosforu. W części silniej nawęglonej obserwowano strukturę perlityczno-ferrytyczną (ryc. 5 a); zawartość węgla w metalu dochodziła do ok. 0,7% C. W części najslabiej nawęglonej, gdzie zawartość węgla można ocenić na ok. 0,1% C, wystąpiła struktura ferrytyczna z nieznacznymi ilościami perlitu na granicach ziarn (ryc. 5 b).

Szpila (naczynie I 22) wykazała strukturę bardzo miękkiej stali, składającą się z ferrytu i śladów perlitu (ryc. 5 c); zawartość węgla sięgała, co najwyżej, do ok. 0,1% C. Nieco silniejsze nawęglenie zaobserwowano w jednym miejscu przy powierzchni szpili (ryc. 5 d); było ono jednak — jak się wydaje — wynikiem nawęglenia pierwotnego, tj. następującego podczas wytopu metalu z rudy. Metal wykazywał bardzo niską zawartość fosforu.

Tabela 2

Wyniki obserwacji metalograficznych, pomiarów mikrotwardości i twardości Vickersa

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikro-twardość kG/mm <sup>2</sup>	Twardość Vickersa kG/mm <sup>2</sup>
1	Bransoleta nr 1	feryt	6	135	} 128,4— —181
		perlit	4	255	
2	Szpila	feryt	7	239	} 193 (?)*
		perlit	6	298	
3	Nożyk nr 1	feryt	7	127	} 107,7
		perlit	6	243	
4	Bransoleta nr 2	perlit	4	263	} 125,1— —199
		perlit	7	255	
		feryt	7	144	
5	Wędzidło	perlit	7	298	} 125,1— —206
		feryt	5	168	
6	Nożyk nr 2	feryt	5	149	} 131,9— —143,1
		perlit	6	255	

\* Ze względu na małe wymiary próbki wynik pomiarów twardości może być nieścisły (zbyt wysoki).

Nożyk nr 1 (naczynie I 38) wykonany został ze stali miękkiej o niskiej zawartości fosforu, zawierającej ok. 0,3% C. Struktura ferrytyczno-perlityczna. W metalu wystąpiły wtrącenia żużla o jednolitym czarnym zabarwieniu (ryc. 6 a).

Bransoleta nr 2 (naczynie I 38) była zwinięta z pręta żelaznego o średnicy ok. 5 mm; wewnętrzna średnica bransolety — ok. 40 mm. Wykonana została ona, podobnie jak i opisana bransoleta nr 1, z naczynia I 7, z metalu o nierównomiernym nawęgleniu (ryc. 4 b). W częściach silniej nawęglonych zawartość węgla dochodziła do ok. 0,75% C (ryc. 6 b) i stopniowo zmniejszając się (ryc. 6 c) dochodziła do ok. 0,1% C (ryc. 6 d). Zawartość fosforu w metalu była bardzo niska.

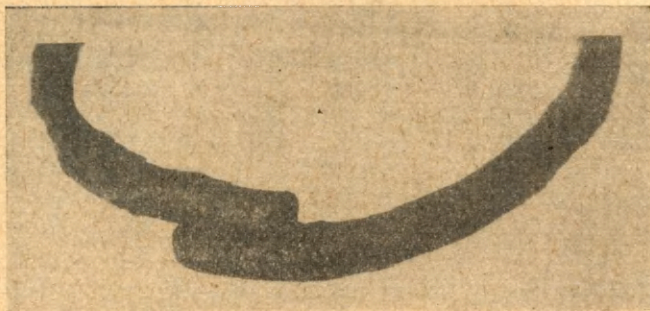
Podobną strukturę nierównomiernie nawęglonego metalu obserwowano w próbce wyciętej z wędzidła (naczynie I 58) (ryc. 4 c). W części silniej nawęglonej, o strukturze perlityczno-ferrytycznej, zawartość węgla dochodziła do ok. 0,5% C (ryc. 7 a). W części najslabiej nawęglonej obserwowano strukturę czysto ferrytyczną (ryc. 7 b). Metal, z którego wykonano wędzidło, zawierał — podobnie jak i inne zbadane okazy — bardzo mało fosforu.

Nożyk nr 2 (naczynie I 59) wykazał strukturę stali miękkiej, składającą się z ferrytu i perlitu (ryc. 7 c). Zawartość węgla w metalu nie przekraczała ok. 0,3% C. W pobliżu ostrza nawęglenie było słabsze, wystąpiły tam wydzielenia fazy drobnej, nazwanej w pracach autora fazą B,

o długości ok. 0,005 mm. Są to najprawdopodobniej azotki  $\alpha''$  —  $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ , (ryc. 7 d; 8). W ten sposób G. R. Booker, J. Norbury i A. L. Sutton<sup>5</sup> zidentyfikowali podobnie wtrącenia we współczesnych stopach żelaza.

### 3. Opracowanie wyników

Zasadniczo wszystkie zbadane przedmioty z cmentarzyska kultury łużyckiej w Sokolnikach, pow. Tarnobrzeg, reprezentują bardzo podobny typ metalu i jednakową technologię wykonania.



Ryc. 3. Fotografia końców bransolety nr 1 (naczynie I, 7) ozdobionych rowkami

Wykuto je z metalu o mniej lub więcej równomiernym nawęgleniu i o niskiej zawartości fosforu. Do wyrobów z metalu o wyraźnie nierównomiernym nawęgleniu należą obie bransolety i wędzidło, natomiast bardziej równomierne nawęglenie wykazały: szpila i oba nożyki. Nie należy jednak upatrywać w tym jakiejś istotnej różnicy, tym bardziej że te ostatnie przedmioty posiadały małe rozmiary i z tego względu na przekroju (tj. na badanej powierzchni) znacznie większe zmiany stopnia nawęglenia nie mogły się ujawnić.

Wszystkie zbadane okazy wykuto z metalu, nie stosując nawęglania w celu utwardzenia (np. w przypadku obu noży, gdyż nawęglenie pozostałych przedmiotów nie było potrzebne); nie zaobserwowano też zgrzewania żelaza ze stałą.

Natomiast nie jest pewne, czy niektóre z nich (tzn. noże) nie były poddane obróbce cieplnej, gdyż pochodziły one z cmentarzyska ciepłopalnego i prawdopodobnie uległy wyżarzeniu na stosie.

Jeśli uwzględnimy jeszcze, że w zbadanych wyrobach żelaznych z Sokolnik występowały wtrącenia żużla o jednolitym czarnym zabar-

<sup>5</sup> 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, nr 3, s. 205.

wieniu, a w nożu nr 2 charakterystyczne wtrącenia azotków (?), można będzie wysunąć przypuszczenie, że pochodzą one z wielkiego ośrodka hutnictwa żelaznego w Górach Świętokrzyskich; przemawia za tym także jakościowy skład metalu. Zbadane przedmioty z Sokolnik wykazują więc wszystkie cechy charakterystyczne dla wyrobów z tego ośrod-



Ryc. 4. Makrostruktura na poprzecznym przekroju:

a — bransolety nr 1 z naczynia I, 7 (pow. 8 x); b — bransolety nr 2 z naczynia I, 38 (pow. 10 x); c — wędzidła z naczynia I, 58 (pow. 8 x). Traw. azotalem; miejsca silniej nawęglone uległy zaciemnieniu

ka, nie stwierdzono natomiast żadnych cech odrębnych. Jedynie w szpili z naczynia I 22 obraz metalograficzny ziarn perlitu i ferrytu był nieco odmienny, nie wiadomo jednak, czy różnica ta ma istotne znaczenie. Co najwyżej więc szpila mogła pochodzić z innego ośrodka produkcyjnego.

Ten sam typ metalu i technologię wykazały badania obu przedmiotów (grot włóczni i wędzidło) z cmentarzyska kultury łużyckiej w Skrajnej, pow. Kalisz. Występuje on zresztą także masowo na stanowiskach kultury pomorskiej (m. in. nóż z Jankowa, pow. Kalisz; szpila z Nasławic, pow. Sandomierz) i kultury grobów podkloszowych (sierp i przybór toaletowy z Kichar, pow. Sandomierz) we wschodniej Małopolsce. Widzi-

my więc, że ludność tych kultur korzystała z żelaza wytapianego w Górach Świętokrzyskich.

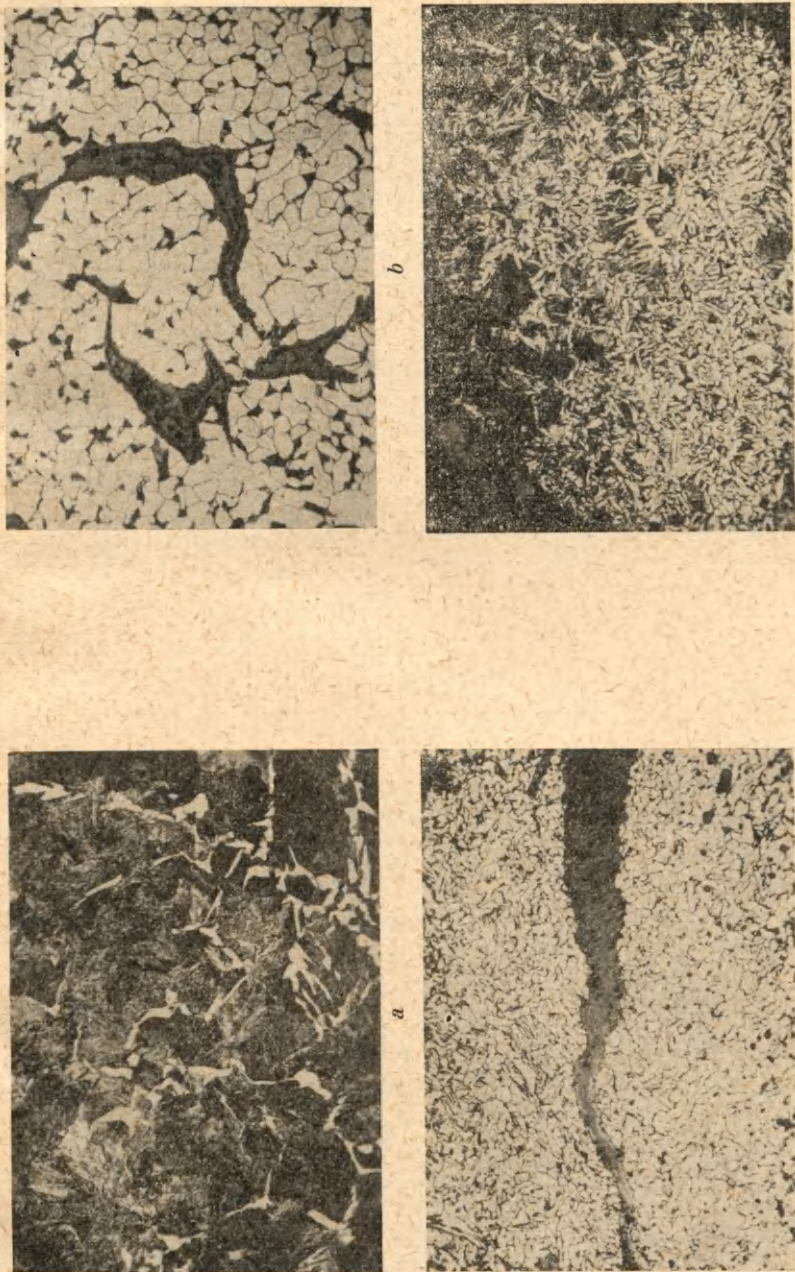
Zbadane materiały z Sokolnik, pow. Tarnobrzeg, wykazały, że przyjęty w pracy autora i T. Różyckiej<sup>6</sup> podział na stanowiska kultury łużyckiej i pomorskiej według rodzaju stosowanego metalu (i technologii) wymaga pewnej korekty. W pracy tej podano, że ludność kultury łużyckiej korzystała głównie z wyrobów żelaznych importowanych spoza ziem Polski — ewentualnie w niewielkim tylko stopniu wyrobów własnych — a ludność kultury pomorskiej używała przedmiotów wyrabianych w ośrodku hutniczym w Górach Świętokrzyskich. Badania, na jakich oparto ten wniosek, obejmowały jednak prawie wyłącznie stanowiska kultury łużyckiej w Wielkopolsce i na Dolnym Śląsku i — jak obecnie widzimy — przedstawiony wniosek dotyczy tylko tego terytorium. Tak więc należałoby obecnie stwierdzić, że ludność kultury łużyckiej tylko w Wielkopolsce i na Dolnym Śląsku korzystała w okresie halsztackim przeważnie z wyrobów żelaznych importowanych w znacznej części spoza ziem Polski, a ewentualnie w niewielkim stopniu z wyrobów własnych. Natomiast ludność kultury łużyckiej w Małopolsce, podobnie jak i ludność innych kultur (kultury pomorskiej, kultury grobów podkloszowych, a — później — kultury przeworskiej) na tym terenie, używała wyrobów żelaznych, pochodzących z osiedla hutniczego w Górach Świętokrzyskich. Innymi słowy, pomiędzy wymienionymi kulturami nie było zasadniczej różnicy w stosowanych wyrobach żelaznych, natomiast różnica wynikała z zajętego terytorium. Jest zresztą bardziej zrozumiałe, że przedmioty z Gór Świętokrzyskich używane były przede wszystkim na terenie Małopolski, a dopiero w okresie późnohalsztackim i wczesnolateńskim rozpowszechniły się (wraz z kulturą pomorską) w Wielkopolsce i na Śląsku.

Na zakończenie należy jeszcze kilka słów poświęcić działalności ośrodka hutniczego w Górach Świętokrzyskich w okresie halsztackim<sup>7</sup>. Jak wiadomo, archeologowie prowadzący prace wykopaliskowe na tym terenie nie natrafili dotychczas na stanowiska żużla wyraźnie datowane na okres halsztacki. O ile dotychczasowe piecowiska zawierają w ogóle ceramikę, ma ona pochodzić z okresu wpływów rzymskich. Trzeba jednak podkreślić, że dotychczas zbadano tylko nieznaczną część tego ogromnego ośrodka produkcyjnego. Duże ilości żużla z terenu Gór Świętokrzyskich zostały przetopione w hutach w okresie międzywojennym bez żadnych badań archeologicznych.

<sup>6</sup> Piaskowski, Różycka, *op. cit.*, s. 397.

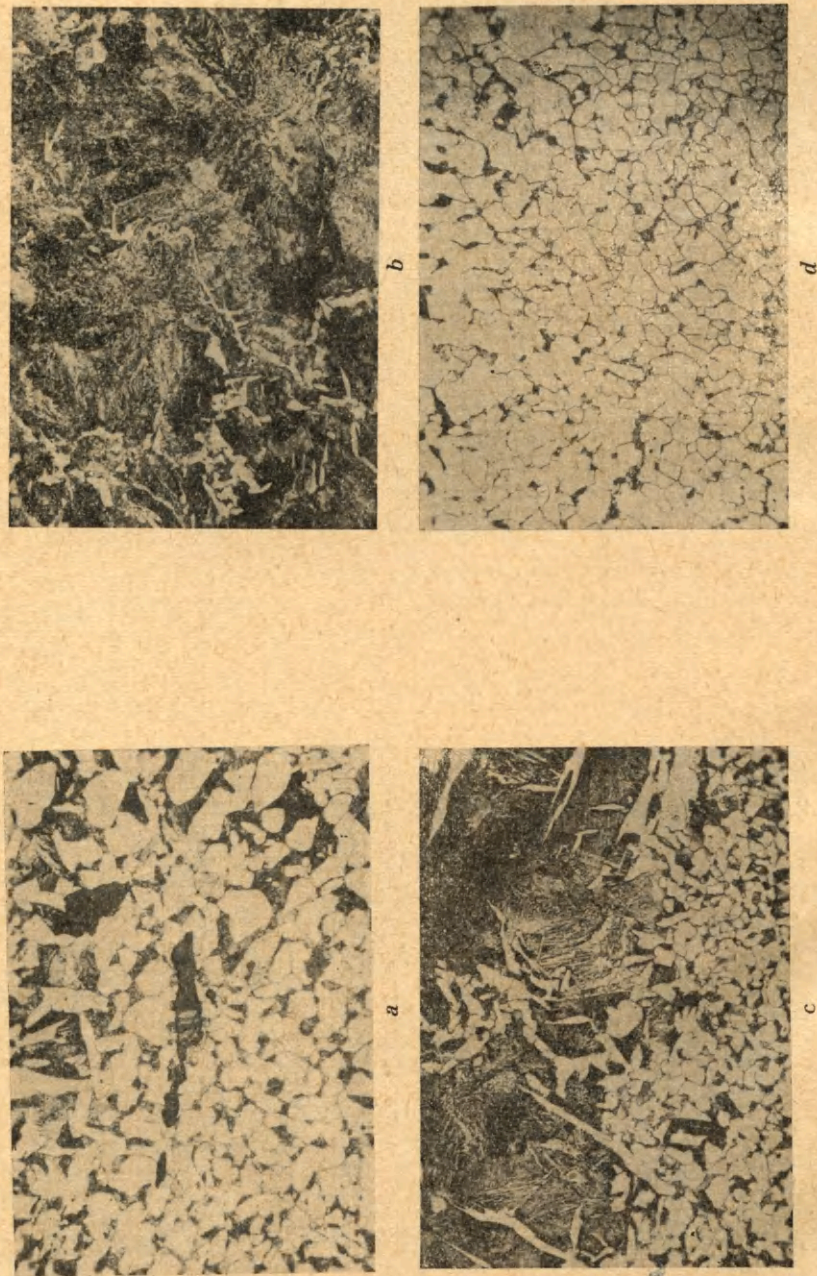
<sup>7</sup> Wniosek o działalności ośrodka hutnictwa żelaznego w Górach Świętokrzyskich w okresie halsztackim jest kwestionowany przez niektórych archeologów, którzy opierają się na braku piecowisk datowanych ceramicznie na ten okres (por. wypowiedzi mgr. K. Bielenina na sesji Sekcji Historii Polskiej Techniki Hutniczej i Odlewniczej Zakładu Historii Nauki i Techniki PAN w dniu 26 stycznia 1960).





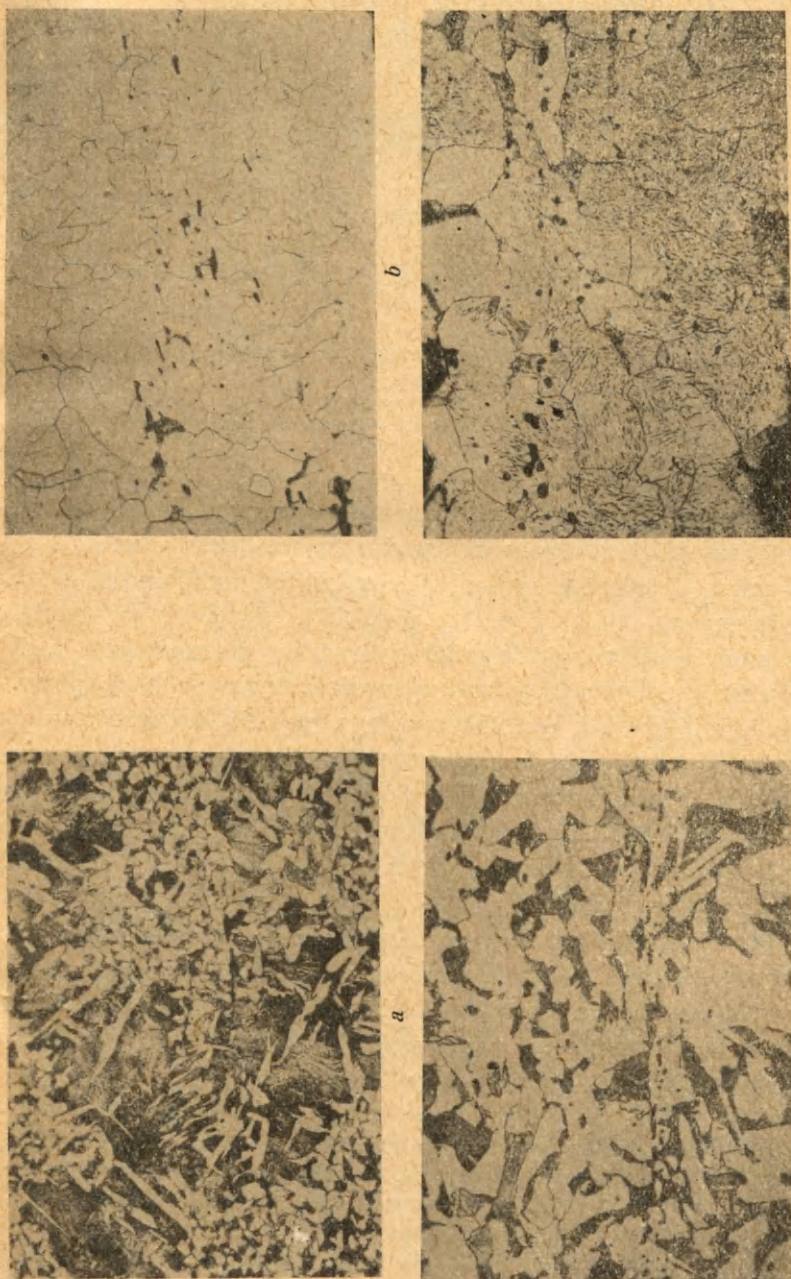
Ryc. 5. Struktura bransolety nr 1 (a, b), szpili z naczyńia I, 22 (c, d):

a — w części silniej nawęglonej — perlit i ferryt; b — w części słabiej nawęglonej — ferryt i nieznaczne ilości perlitu na granicach ziarn oraz duże wtrącenia żuźla; c — w środkowej części szpili — drobnoziarnisty ferryt, ślady perlitu oraz duże wtrącenia żuźla; d — przy powierzchni szpili — ferryt i perlit (głównie przy powierzchni, u góry), Traw. azotalem, pow. 100 x



Ryc. 6. Struktura nożyka nr 1 z naczynia I, 38 (a) i bransolety nr 2 (b—d):

a — perlit i ferryt oraz wtrącenia żuźla; b — w części najsilniej nawęglonej — perlit i ślady ferrytu na granicach ziarn;  
 c — na przejściu pomiędzy częścią silniej (u dołu) i słabiej (u góry) nawęgloną — perlit i ferryt; d — w części najsłabiej nawęglonej — drobnoziarnisty ferryt i nieco perlitu. Traw. azotalem, pow. 100 x



Ryc. 7. Struktura wędzidla (a, b) i nożyka nr 2 z naczyńia I, 59 (c, d):

a — w części silniej nawęglonej — perlit i ferryt; b — w części słabiej nawęglonej — ferryt i drobne wtrącenia żużla;  
 c — w części środkowej — ferryt i perlit, pow. 100 x; d — w pobliżu osirza — ferryt, ślady perlitu (węglików?) na granicach ziarn oraz wtrącenia drobnej fazy B ( $\alpha''$  —  $Fe_3N_2$ ?). Traw. azotalem



Ryc. 8. Struktura nożyka nr 2 z naczynia I, 59 (w pobliżu ostrza) pod większym powiększeniem:

feryt, ślady perlitu (węglków?) na granicach ziarn oraz wtrącenia drobnej fazy B ( $\alpha''$  —  $Fe_3N$ ?). Traw. azotalem, pow. 500 x

Badania poważnej już ilości wyrobów żelaznych z najbliższych okolic Gór Świętokrzyskich z okresu wpływów rzymskich<sup>8</sup>, a więc z potwierdzonego przez datowanie archeologiczne okresu działalności ośrodka produkcyjnego w tych górach, pozwoliły poznać typ metalu i technologii tam stosowanej. Wyniki tych prac, potwierdzone badaniami ostatnio znalezionych fragmentów łupek z tego ośrodka<sup>9</sup>, pozwoliły na identyfikację metalu świętokrzyskiego, podaną w pracy autora i T. Różyckiej<sup>10</sup>. Identyfikacja ta nie może ulec zmianie, gdyż wspomniane materiały z okresu wpływów rzymskich reprezentują tylko jeden typ metalu i technologii. Wobec tego trudno odrzucić proponowaną przez autora i T. Różycką identyfikację, gdyż na jej miejsce nie można przedstawić innej propozycji.

Przyjęcie identyfikacji wyrobów świętokrzyskich na podstawie cech podanych przez autora i T. Różycką pociąga za sobą, jako logiczną konsekwencję, stwierdzenie, że ośrodek hutnictwa żelaznego w Górach Świętokrzyskich był czynny już w okresie halsztackim, przynajmniej w jego fazie D, a możliwe nawet, że i w fazie C. W cytowanej bowiem

<sup>8</sup> Były to następujące materiały: po 7 przedmiotów z Wąchocka, pow. Iłża, Starachowic oraz Chmielowa Piaskowego, pow. Opatów; 4 przedmioty z Błonia, pow. Sandomierz, oraz 12 przedmiotów z Jadownik Mokrych, pow. Dąbrowa Tarnowska, i 5 przedmiotów z Dratowa, pow. Puławy.

<sup>9</sup> Łupki znalezione zostały przez dr. W. Sedlaka i mgr. K. Bielenina; badania przeważającej części tych materiałów przeprowadził w końcu 1959 r. autor niniejszej pracy.

<sup>10</sup> Piaskowski, Różycka, op. cit., s. 391.

ostatnio pracy stwierdzono, że niektóre wyroby z tego czasu wykazują identyczny typ metalu i technologii, z jakimi spotykamy się w okresie wpływów rzymskich w najbliższych okolicach Gór Świętokrzyskich. Byłoby niezrozumiałe, gdybyśmy przyjęli, że przedmioty wykonane z tego samego metalu i reprezentujące tę samą technologię w okresie halsztackim były importami, a w okresie rzymskim — wyrobami miejscowymi. Identyeczność metalu i technologii pozwala więc twierdzić, że przedmioty zarówno z okresu halsztackiego, jak i rzymskiego są dziełem hutników jednego ośrodka znajdującego się w Górach Świętokrzyskich.

Z wyrobów żelaznych wytwarzanych w tym ośrodku korzystała ludność kultury łużyckiej w Małopolsce, m. in. z Sokolnik, pow. Tarnobrzeg.

JERZY PIASKOWSKI

METALLOGRAPHIC INVESTIGATIONS OF IRON PRODUCTS FROM THE CEMETERY OF THE LUSATIAN CULTURE AT SOKOLNIKI, TARNOBRZEG DISTRICT

The metallographic investigations of iron products from the cemetery of Lusatian culture at Sokolniki in Tarnobrzeg district, included six objects: bracelet No 1 from vessel I 7, a pin from vessel I 22, small knife No 1 and bracelet No 2 from vessel I 38, a bit from vessel I 58 and small knife No 2 from vessel I 59. The investigations constituted a section of studies carried out in collaboration with T. Różycka on the technology on the Polish territories in the Hallstatt period.

A quantitative and qualitative (spectrographic) chemical analysis of the iron, metallographic observations with grain size classification, microhardness measurements of the structural components and of the metal hardness with the Vickers method were carried out.

The pin and two knives were made of mild steel, whereas in the two bracelets and bit an irregular and rather strong carburization was observed. In the vicinity of the knife No 2 edge, nitride inclusions occurred. The investigated objects were made of iron with a low phosphorus content.

A similar type of metal and production technology is displayed in objects originating from the great metallurgical iron centre in the Świętokrzyskie Mountains. The investigated iron objects from the cemetery at Sokolniki were probably originating also from the same centre. The people of the Lusatian culture in the Małopolska area as well as the people of the Pomeranian and bell tombs culture, and later of the Przeworsk culture in this territory were using the manufactured objects originating from the metallurgical centre in Świętokrzyskie Mountains.

