

JERZY PIASKOWSKI

SPRAWOZDANIE Z METALOZNAWCZYCH BADAŃ PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH Z WCZESNOŚREDNIOWIECZNEJ OSADY W ŁAZACH, POW. KIELCE

Wstęp

Technologia przedmiotów żelaznych, występujących na terenie wschodniej części woj. kieleckiego przed okresem wędrówek ludów jest już dość dobrze znana na podstawie metaloznawczych badań przedmiotów żelaznych ze Starachowic, Wąchocka, pow. Iiża, Chmielowa Piaskowego, pow. Opatów, Gardzienic, pow. Lipsko, i Błonia, pow. Sandomierz¹, znane są także cechy żelaza wytapianego w wielkim starożytnym ośrodku hutniczym w rejonie Gór Świętokrzyskich². Natomiast nie znana jest technologia żelaza na tym terenie w okresie wczesnego średniowiecza.

Badania archeologiczne wczesnośredniowiecznej osady w Łazach, pow. Kielce, prowadził dr K. Bielenin, kustosz Muzeum Archeologicznego w Krakowie, któremu autor składa podziękowanie za udostępnienie materiałów do badań. Osadę tę datowano na VI—VIII w.³

Metody badań i sposób zestawienia wyników

Metody opisanych badań i sposób zestawienia wyników były identyczne jak w innych podobnych pracach autora⁴. Badania obejmowały ilościową i jakościową (spektrograficzną) analizę chemiczną, obserwacje metalograficzne wraz z oceną wielkości ziarna (według normy PN-56/H-04507), pomiary mikrotwardości poszczególnych

¹ J. Piaskowski, *Technologia i pochodzenie wyrobów żelaznych z północnej Małopolski i Mazowsza z okresu wpływów rzymskich*, [w:] *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa*, t. 7, 1962, s. 131; tenże, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych z cementarzystek ciałopalnych w Błoniu, pow. Sandomierz, i Chmielowie Piaskowym, pow. Opatów*, „Spraw. Arch.”, t. 16: 1964, s. 395.

² J. Piaskowski, *Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich (I—IV w.n.e.)*, [w:] *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa*, t. 6, 1963, s. 9; por. także: J. Piaskowski, T. Różycka, *Badania technologii wyrobów żelaznych na ziemiach Polski w okresie halsztackim i wczesnolatańskim*, „Kwart. H. K. M.”, t. 7: 1959 z. 3. s. 391.

³ K. Bielenin, *Starożytne hutnictwo świętokrzyskie*, II wyd. poszerzone i uzupełnione, Warszawa 1964, s. 20. Dalsze badania archeologiczne na wczesnośredniowiecznym stanowisku w Łazach prowadził dr J. Gąsowski z Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN.

⁴ Por. J. Piaskowski, *Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego X—XIV w. na podstawie badań metaloznawczych*, Gdańskie Tow. Naukowe, Prace Komisji Archeologicznej nr 2, Gdańsk 1960, s. 68.

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 wagową lub miareczkową. Przy oznaczeniu manganu stosowano metodę miareczkową. Zawartość węgla oceniano w przybliżeniu na podstawie obserwacji metalograficznych.

Jakościową analizę chemiczną przeprowadzano metodą spektrograficzną przy użyciu spektrografu ISP 22 wzbudzając łuk pomiędzy dwoma próbkami tego samego materiału. Podając wyniki analizy jakościowej (tabela 1) pominięto zawartość podstawowych składników i domieszek Fe, C, Si, Mn, P i S oraz Al, Ca, Mg, które występowały we wszystkich próbkach. Znak „+” określa wyraźnie stwierdzoną obecność domieszki, natomiast znak „0” świadczy o obecności jedynie ostatnich (najtrwałszych) linii widma danego pierwiastka.

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

Badania twardości żelaza i stali nie hartowanej prowadzono przy obciążeniu 10 kG trwającym 15 sek.; każdy wynik jest średnim z 2–3 pomiarów.

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

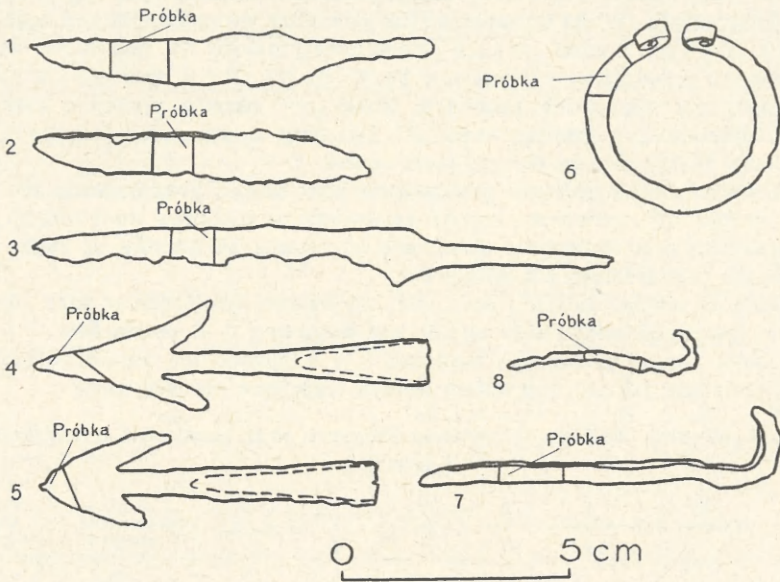
Tabela 2. Wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości

Lp.	Nazwa przedmiotu	Składniki struktury	Klas wielkości ziarna	Mikrotwardość kG/mm ²	Twardość Vickersa kG/mm ²
1	nóż nr 1	troostyt* feryt	6	354 170	135,5
2	nóż nr 2	troostyt (?)* feryt	6 5	293 194	193
3	nóż nr 3:	martenzyt		496	
	a) ostrze	sorbit (?)	7	315	
	b) grzbiet	feryt	7	216	
4	grot strzały nr 1	feryt	8	158	
		feryt	5	172	
5	grot strzały nr 2	feryt	8	170	153,7
		feryt	6	194	
6	kółko	feryt	7	222	199
		perlit	6		
7	fragment nieokreślony nr 1	feryt	2	199	232
8	fragment nieokreślony nr 2	feryt	8		254
		feryt	3	216	

* Iglasty.

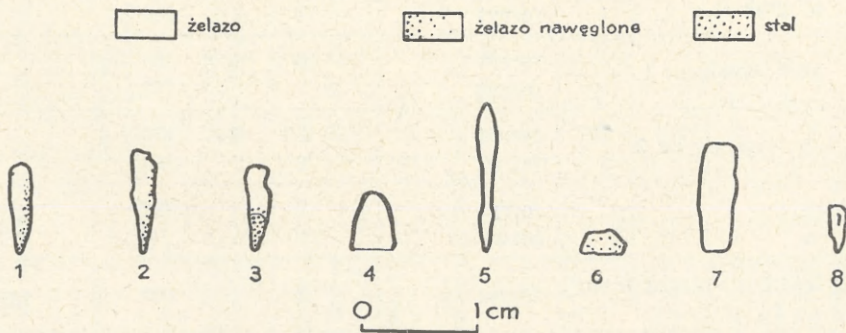
Wyniki badań

Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych z wczesnośredniowiecznej osady w Łazach podano na ryc. 1, a technologię ich wykonania na ryc. 2. Wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej zamieszczono w tabeli 1, a wyniki obserwacji metalograficznych, pomiarów mikrotwardości składników strukturalnych i twardości metalu w tabeli 2.



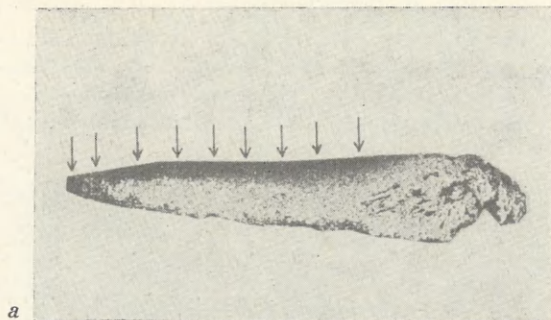
Ryc. 1. Łazy, pow. Kielce. Zestawienie zbadanych przedmiotów żelaznych:

- 1 — nóż nr 1; 2 — nóż nr 2; 3 — nóż nr 3; 4 — grot strzały nr 1; 5 — grot strzały nr 2; 6 — kółko; 7 — fragment nr 1; 8 — fragment nr 2



Ryc. 2. Łazy, pow. Kielce. Technologia zbadanych przedmiotów żelaznych:

- 1 — nóż nr 1; 2 — nóż nr 2; 3 — nóż nr 3; 4 — grot strzały nr 1; 5 — grot strzały nr 2; 6 — kółko; 7 — fragment nr 1; 8 — fragment nr 2



a



b



c

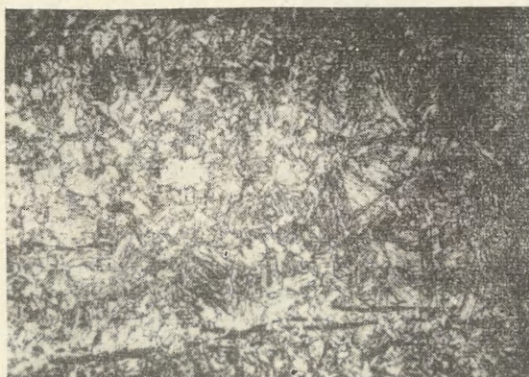
Ryc. 3. Łazy, pow. Kielce. Nóż nr 1:
 a — makrostruktura na przekroju poprzecznym. Części nawęglone uległy zaciemnieniu, traw. azotalem, pow. 8 x; b — struktura nienawęglonej części noża: ferryt, traw. azotalem, pow. 100 x; c — struktura nawęglonej części noża: troostyt iglasty, traw. azotalem, pow. 500 x

Nóż nr 1 wykonany został z żelaza dymarkowego o podwyższonej zawartości fosforu i w celu utwardzania był on z jednej strony poddany nawęgleniu oraz obróbce cieplnej (ryc. 3a). W części nienawęglonej noża obserwowano drobnoziarnistą strukturę ferrytyczną (ryc. 3b), a w części nawęglonej — troostyt iglasty.

Wtrącenia żużla posiadały jednolite, czarne zabarwienie (typ A według klasyfikacji autora).



a



b

Ryc. 4. Łazy, pow. Kielce. Nóż nr 2:

a — struktura części nienawęglonej: troostyt iglasty i ferryt oraz wtrącenia żużla, traw. azotalem, pow. 100 x

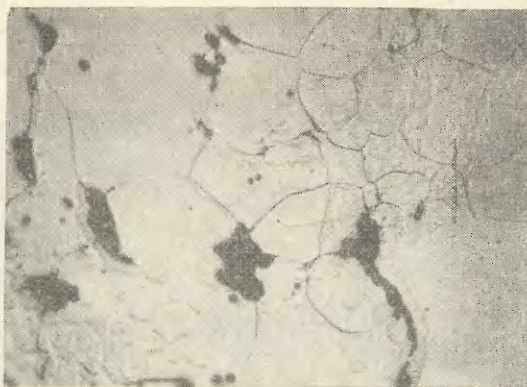
Nóż nr 2, wykuty z żelaza o podwyższonej zawartości fosforu, poddany był także nawęglaniu w celu utwardzenia, a także obróbce cieplnej. W części żelaznej struktura była ferrytyczna (ryc. 4a) o niewielkich raczej ziarnach. W części nawęglonej — troostyt iglasty (?) (ryc. 4b). Wtrącenia żużla posiadały jednolite, czarne zabarwienie (typ A).

Odmienną technologię wykazał nóż nr 3, zgrzewany z pręta stalowego stanowiącego ostrze oraz pręta żelaznego (grzbiet narzędzia) — ryc. 5a. W części żelaznej wystąpił ferryt gruboziarnisty, charakterystyczny dla metalu o wysokiej zawartości

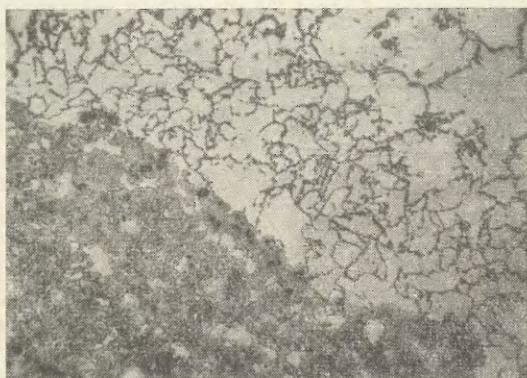
⁵ J. Piaskowski, *Dalsze badania technologii wyrobów żelaznych na ziemiach Polski w okresie halsztackim i wczesnolateńskim*, „Kwart. H. K. M.”, t. 11: 1963 z. 1, s. 8.



a



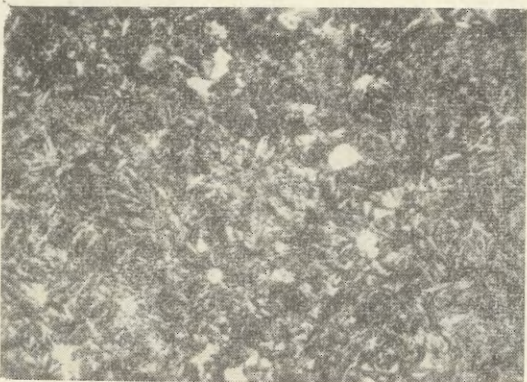
b



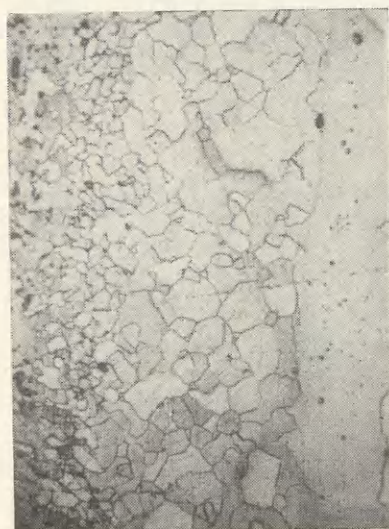
c

Ryc. 5. Łazy, pow. Kielce.
Nóż nr 3:

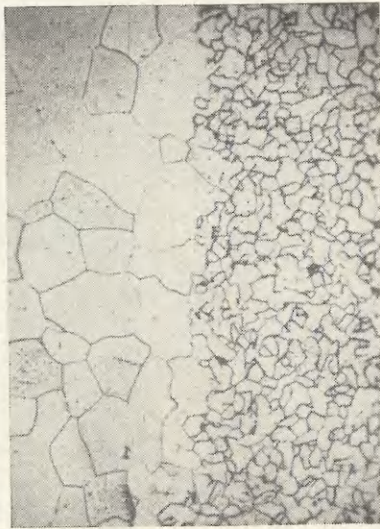
a — makrostruktura na przekroju poprzecznym, nakładka stalowa uległa zaciemnieniu. Traw. azotalem, pow. 8 x; b — struktura części żelaznej: ferryt i wtrącenia żużla, traw. azotalem, pow. 100 x; c — struktura na złączu części stalowej i żelaznej: w części żelaznej (na prawo) — ferryt, w części stalowej (na lewo) — troostyt iglasty, ponadto wtrącenia żużla, traw. azotalem, pow. 100 x; d — struktura w nakładce stalowej noża: troostyt iglasty, traw. azotalem, pow. 500 x



d



a



b

Ryc. 6. Łazy, pow. Kielce:

a — struktura grotu szrząły nr 1: ferryt o drobnym i nieco większym ziarnie, traw. azotalem, pow. 100 x; b — struktura grotu szrząły nr 2: ferryt o ziarnie różnej wielkości i wtrącenia żuźła, traw. azotalem, pow. 100 x



a



b

Ryc. 7. Łazy, pow. Kielce. Kółko:

a — struktura części silniej nawęglonej: ferryt, perlit i wtrącenia żuźła, traw. azotalem, pow. 100 x; b — struktura części słabiej nawęglonej

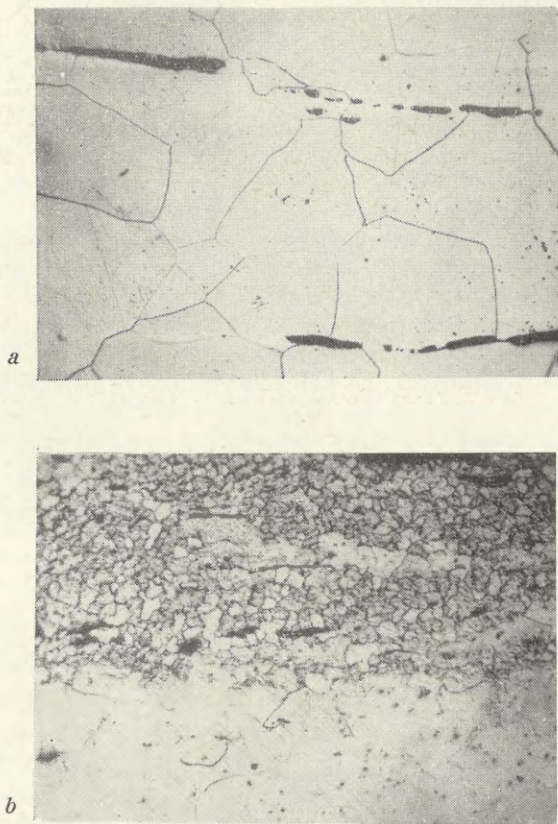
fosforu (ryc. 5b). Wtrącenia żużła — podobnie jak w poprzednich okazach — wykazywały jednolite, czarne zabarwienie. Strukturę na przejściu pomiędzy częścią żelazną i stalową podano na ryc. 5c.

W części stalowej obserwowano podobnie jak w poprzednich zbadanych przedmiotach — troostyt iglasty (ryc. 5d).

Oba groty strzał, o podobnym kształcie, wykazały podobną strukturę ferrytyczną, przy czym obok ziarn średniej wielkości (klasa 5 i 6) wystąpiły warstwy drobnoziarniste (klasa 8) — ryc. 6. Przyczyną tych różnic mogła być najprawdopodobniej segregacja fosforu lub — być może — kucie przy niskiej temperaturze.

Kółko wykute zostało z metalu o niezbyt równomiernym nawęgleniu: w części silniej nawęglonej zawartość węgla dochodziła do ok. 0,5% C (ryc. 7a), podczas gdy w pozostałych częściach była poniżej 0,1% C (ryc. 7b). Wtrącenia żużła sklasyfikowano jako typ A.

Fragment żelazny nr 1 wykazał bardzo wysoką zawartość fosforu. Obok dużych ziarn ferrytu obserwowano wtrącenia żużła o jednolitym, czarnym zabarwieniu (ryc. 8a).



Ryc. 8. Łazy, pow. Kielce:

a — struktura fragmentu nr 1: ferryt i wtrącenia żużła, traw. azotalem, pow. 100 x; b — struktura fragmentu nr 2: ferryt o drobnym i o dość dużym ziarnie oraz wtrącenia żużła, traw. azotalem, pow. 100 x

Struktura fragmentu żelaznego nr 2 była podobna jak obu zbadanych grołów strzał; obok dość dużych ziarn ferrytu (klasa 3) obserwowano ziarna bardzo drobne (klasa 8) — ryc. 8b.

Opracowanie wyników

Wśród zbadanych przedmiotów żelaznych z wczesnośredniowiecznej osady w Łazach, pow. Kielce, występują zasadniczo dwa typy metalu. Pierwszy to żelazo słabo nawęglone, o strukturze czysto ferrytycznej — drugi to stal, prawdopodobnie półtwarda (nakładka noża nr 3). Do stali zaliczyć należy także kółko, przy czym metal użyty do wyrobu tego przedmiotu wykazywał dość nierównomierne nawęglenie. Metal o niezbyt równomiernym nawęgleniu zdarza się na ziemiach Polski i we wczesnym średniowieczu, jest jednak zjawiskiem rzadkim, podczas gdy w starożytności występuje często.

Poza tym nierównomiernie nawęglone żelazo, występujące na ziemiach Polski w starożytności, jest niskofosforowe i przy tym stopniu nawęglenia jak kółko z Łazów zawiera przeciętnie ok. 0,1% P, podczas gdy w kółku stwierdzono 0,184% P, a więc prawie dwukrotnie więcej. Stąd też, pomimo niezbyt równomiernego nawęglenia, kółko z Łazów należy raczej łączyć z pozostałymi przedmiotami wczesnośredniowiecznymi.

Występowanie żelaza o niezbyt równomiernym nawęgleniu na ziemiach Polski w okresie wczesnego średniowiecza wynika z metody wytopu żelaza i stali z rud o podwyższonej zawartości fosforu, stosowanej przez słowiańskich hutników. Otóż jak wyprowadzono na podstawie dawnych źródeł pisanych i badań metaloznawczych⁶ hutnicy ci uzyskiwali łupkę żelaza częściowo nawęgloną; orientowali się oni, które miejsca są nawęglone i metal ten oddzielali (przypuszczalnie stosując do tego celu hartowanie w wodzie⁷) — jako stal⁸, podczas gdy pozostała część łupki była żelazem o czysto ferrytycznej strukturze (zawierającej co najwyżej nieznaczne miejsca silniej nawęglone). Istniała jednak powna — niewielka — część o strukturze pośredniej, a więc o niezbyt równomiernym (i na ogół niezbyt silnym) nawęgleniu.

Tak więc pewien niewielki procent wczesnośredniowiecznych wyrobów żelaznych może rzeczywiście wykazywać niezbyt równomierne (lub słabe) nawęglenie, zasadniczo jednak podstawowymi stopami żelaza stosowanymi we wczesnym średniowieczu na ziemiach Polski były prawie nienawęglone żelazo (o strukturze czysto ferrytycznej) i stal, na ogół twarda lub półtwarda. Te podstawowe typy metalu występują wśród 7 zbadanych materiałów z osady w Łazach, jedynie kółko reprezentuje ów metal o nawęgleniu niezbyt równomiernym, traktowany przez kowalów — wykonawcę — jak wskazuje przeznaczenie wyrobu — jako żelazo.

Również i technologia zbadanych narzędzi (trzy noże) jest typowa dla wczesnego średniowiecza. Nawęglanie noży żelaznych było sposobem dość często stosowanym przez wczesnośredniowiecznych kowali słowiańskich. Wśród 147 zbadanych

⁶ J. Piaskowski, *O pierwotnym sposobie otrzymywania stali u wczesnośredniowiecznych Słowian* (w opracowaniu).

⁷ Szybkie ostudzenie łupki w wodzie powodowało zahartowanie części nawęglonych, które w ten sposób łatwo było odłamać i oddzielić od części żelaznej, nienawęglonej. Tak należy rozumieć opis A. Fullona, przedstawiający wyrób „układu” (por. B. A. Kołczin, *Czarna metalurgia i metalobrobka w dawniej Rusi*, „Materiały i Issledowanija po Archeologii SSSR”, t. 32: 1953, s. 52).

⁸ Taką stal o podwyższonej zawartości fosforu nazywano w dawnych wiekach dulem, por. J. Piaskowski, *Dul w dawnej polskiej literaturze hutniczej i jego interpretacja*, „Kwart. H. K. M.” (w druku).

dotychczas noży z tego okresu — 19,7% to noże nawęglane (noże stalowe — 9,5%, noże żelazne nie utwardzane — 15,7%).

Jeszcze częściej stosowano przy wyrobie noży zgrzewanie żelaza i stali; udział tej technologii sięga 55,1% zbadanych dotychczas noży wczesnośredniowiecznych, znalezionych na ziemiach Polski.

Typ technologii zastosowany przy wyrobie noża nr 3 z osady w Łazach (prosta nakładka stalowa) jest zresztą najpospolitszym z rozwiązań, stosowanych przez wczesnośredniowiecznych kowali na ziemiach Polski. Wśród zbadanych dotychczas 81 zgrzewanych noży udział okazów z prostą nakładką stalową stanowi 58,0%. Noże nawęglane oraz zgrzewane z prostą nakładką stalową występują na najwcześniejszych stanowiskach wczesnośredniowiecznych na ziemiach Polski; noże nawęglane znaleziono w Szeligach, pow. Płock⁹, i w Międzyzwieciu, pow. Cieszyń¹⁰, a noże zgrzewane z prostą nakładką stalową w Szeligach i w Czeladzi Wielkiej, pow. Góra (warstwa starsza)¹¹. Pojawienie się tych rozwiązań technologicznych oraz typowych dla wczesnego średniowiecza rodzajów metalu na stanowisku w Łazach jest dalszym dowodem, że wczesnośredniowieczna technologia żelaza pojawia się na ziemiach Polski bezpośrednio po okresie wędrówek ludów w formie skończonej bez powiązania z technologią starożytną w postaci jakiejś ewentualnej stopniowej ewolucji.

Dwa zbadane groty strzał z tulejką i zadziarami reprezentują typ I według klasyfikacji A. Nadolskiego¹²; jest to forma występująca na ziemiach Polski w początkach wczesnego średniowiecza, gdyż najpóźniejsze okazy w zestawieniu A. Nadolskiego pochodzą z XI w. Podobne zbadane groty strzał pochodzą z Szeligów, pow. Płock (VI—VII w.¹³), i z Biskupina, pow. Żnin (stanowisko 4)¹⁴; okazy te również zostały wykute z żelaza o podwyższonej zawartości fosforu.

Typowo średniowieczna technologia, jaka wystąpiła w Łazach, różni się więc w sposób istotny od technologii stosowanej w starożytności, a w szczególności w sąsiednim ośrodku w rejonie Gór Świętokrzyskich. Hutnicy z osady w Łazach wytapiali powierzchniową rudę żelaza o podwyższonej zawartości fosforu, uzyskując obok żelaza także i stal, był to jednak metal o niskiej jakości, zawierający dość dużo fosforu. W celu utwardzenia stosowali oni nawęglanie narzędzi, potrafili także zgrzewać żelazo ze stalą.

Natomiast świętokrzyscy hutnicy sprzed okresu wędrówek nie znali tych procesów, wytapiali oni wprawdzie kopalną rudę niskofosforową i uzyskiwali metal wysokiej jakości, było to jednak żelazo o przypadkowym, nierównomiernym nawęglaniu.

Dalszym, niezwykle ważnym stwierdzeniem jest brak charakterystycznego starożytnego żelaza świętokrzyskiego, które w tak dużych ilościach występowało przed okresem wędrówek ludów. Jakkolwiek na podstawie badań jednego stanowiska nie można wysuwać ogólnych wniosków, w każdym razie na podkreślenie zasługuje fakt,

⁹ J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych i żużła z Szeligów i Cekanowa, pow. Płock, i Cieślina, pow. Sierpc* (w opracowaniu).

¹⁰ J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych i próbek żużła z Górnego Śląska* (w opracowaniu).

¹¹ J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z wczesnośredniowiecznej osady w Czeladzi Wielkiej, pow. Góra, „Silesia Antiqua”* (w druku).

¹² A. Nadolski, *Studia nad uzbrojeniem polskim w X, XI i XII wieku* Łódź 1954, s. 64

¹³ Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych i żużła z Szeligów ...*

¹⁴ W opracowaniu autora.

że o ile w starożytności prawie każdy przedmiot żelazny na tym terenie reprezentował cechy starożytnego żelaza „świętokrzyskiego”, to w osadzie w Łazach wśród 7 zbadanych przedmiotów ani jeden nie reprezentuje cech tego typu żelaza.

W wyniku wędrówek ludów musiał więc zostać zniszczony wielki ośrodek świętokrzyskiego hutnictwa, a na jego miejsce rozpoczęto w licznych osadach wytafiać na niewielką skalę żelazo, wykorzystując powierzchniowe rudy żelaza, zwykle wysokofosforowe, i stosując nową, nie znaną przed wędrówkami ludów technologię, polegającą na świadomym otrzymywaniu z takich rud — obok żelaza — także i stali.

JERZY PIASKOWSKI

REPORT ON THE METALLOGRAPHICAL EXAMINATIONS OF IRON OBJECTS FROM AN EARLY MEDIEVAL HABITATION SITE AT ŁAZY, DISTR. KIELCE

Iron objects submitted to examinations included three knives, two arrowheads, a ring and two fragments of uncertain function. They were derived from an early medieval habitation site at Łazy, distr. Kielce. In the investigations metallographic observations, the microhardness measurements of structural components and the hardness measurements of metal were employed. Quantitative and qualitative chemical analysis was also carried out.

Two knives were forged in iron and carburized, while the third knife was welded from iron and steel. All knives were submitted to heat treatment. The arrowheads and the two fragments were forged in iron, while the ring showed uneven carburization. The content of phosphorus in metal was rather high (0,15—0,77% P). Slag inclusions were uniformly black in colour (type A) after the author's classification.

The examined objects show the same type of metal; to all probability they were of local make.

The study has shown that the founders from the settlement under discussion smelted iron from ores with high phosphorous content; they knew how to carburize it, welded iron and steel and applied heat treatment. This technology was quite different from that employed in the big neighbouring centre of metallurgical production in the Świętokrzyskie Mountains.

It is interesting to note that the site at Łazy did not yield metal similar in type to that produced in the Świętokrzyskie Mountains centre in antiquity.