

JERZY PIASKOWSKI

METALOZNAWCZE BADANIA ŻELAZNYCH WYROBÓW POCHODZENIA SCYTYJSKIEGO

Poznanie technologii scytyjskich wyrobów żelaznych odkrytych na terenie ZSRR miało na celu dostarczenie materiałów porównawczych do badań nad techniką znalezionych na ziemiach Polski podobnych wyrobów z okresu halsztackiego, lateńskiego oraz okresu wpływów rzymskich.

Powiązanie terenów zamieszkałych przez Scytów z koloniami greckimi mogło znaleźć także swój wyraz w sposobach wykonywania części uzbrojenia i innych przedmiotów żelaznych. Stąd można było oczekiwać znalezienia w wyrobach pochodzenia scytyjskiego postępowych elementów w technologii żelaza.

1. Materiały

Badaniom poddano 7 przedmiotów żelaznych pochodzenia scytyjskiego, a mianowicie:

1. Czekan pochodzący z kurhanu I, położonego na niwie Mołyki w Dupliskach, pow. Zaleszczyki¹. W kurhanie tym znaleziono poza tym brązowe groty strzał, jeden grot kościany oraz wędzidło i nożyk żelazny. W rozkopanych równocześnie przez A. Kirkora pozostałych dwóch kurhanach nie występowały przedmioty metalowe. Ze względu na występowanie grotów dwulistnych kurhan I może być datowany na IV w. p.n.e.

2. Grot włóczni z Sapohowa, pow. Borszczów. Grot ten nie został uwzględniony przez T. Sulimirskiego² w opisie przedmiotów pochodzących z kilku rozkopanych tam kurhanów na niwie Mołyki. Kurhany pochodziły prawdopodobnie z młodszego okresu podolskiej kultury scytyjskiej (II w. p.n.e.).

3. Grot włóczni z Ryżanówki. Grot ten, jak podaje G. Ossowski³, znaleziony został w nasypie wielkiego kurhanu. Stanowisko to zalicza się

¹ T. Sulimirski, *Scytowie na zachodnim Podolu*, Lwów 1936, s. 70. W niniejszej pracy termin „powiat“ odpowiada rosyjskiemu „rajon“.

² Sulimirski, *op. cit.*, s. 72.

³ G. Ossowski, *Wielki kurhan ryżanowski*, [w:] *Komisja Antropologiczna Akademii Umiejętności*, Kraków 1888, s. 5.

do tzw. grupy kijowskiej. W kurhanie znajdowały się zwłoki kobiety należącej prawdopodobnie do rodziny królewskiej, świadczy o tym duża ilość znalezionych wyrobów ze złota (m. in. diadem). G. Ossowski przypuszcza, że kurhan pochodzi z okresu między 650 a 480 rokiem p.n.e.⁴ M. Ebert⁵ nie datuje kurhanu, jednak wymienia go pomiędzy stanowiskami późniejszymi. Według M. Rostowzewa⁶ kurhan z Ryżanówki może być datowany na IV w. p.n.e.

4. Grot włóczni znaleziony w Rezynach, pow. Humań, zaliczającej się do tzw. grupy kijowskiej stanowisk scytyjskich.

5. Ułamek wędzidła znaleziony również w Rezynach, pow. Humań.

6. Grot włóczni znaleziony w Bahwie, pow. Humań, zaliczanej także do kijowskiej grupy stanowisk scytyjskich. Wśród materiałów scytyjskich należących do grupy podolskiej, jakie zestawiał T. Sulimirski, znajdują się trzy groty włóczni podobne do badanego grotu z Bahwy. Są to groty pochodzące z grobu skrzynkowego II B z Rakówkąta, pow. Kopyczyńce⁷, z kurhanu I z Iwachnowic, pow. Kamieniec Podolski⁸, oraz z kurhanu V z Bratyszowa, pow. Tłumacz⁹. Dwa pierwsze stanowiska należą do starszej fazy (VI—V w. p.n.e.), a ostatnie do młodszej fazy (IV—II w. p.n.e.) podolskiej grupy kultury scytyjskiej.

7. Nóż znaleziony w Bahwie, pow. Humań.

Badania przeprowadzono na przedmiotach konserwowanych (parafinowanych).

2. M e t o d y b a d a ń¹⁰

Badania obejmowały ilościowe oznaczenie głównych domieszek występujących w żelazie dymarkowym: krzemu, manganu i fosforu oraz w niektórych przypadkach niklu. Zawartość węgla określano w przybliżeniu na podstawie obserwacji metalograficznych. Ze względu na nierównomierne nawęglenie metalu uzyskany na drodze analizy chemicznej wynik „średni“ nie odzwierciedlałby struktury i właściwości metalu.

Pominięto także analizę zawartości siarki; w żelazie i stali pochodzenia dymarkowego zawartość tej domieszki jest nieznaczna (poniżej 0,02‰ S), a ewentualne różnice mieszczą się w granicach błędu analizy chemicznej.

⁴ Ossowski, *op. cit.*, s. 40.

⁵ M. Ebert, *Südrussland im Altertum*, Bonn 1921, s. 150.

⁶ M. Rostowzew, *Skythen und der Bosphorus*, t. 1, Berlin 1931, s. 430.

⁷ Sulimirski, *op. cit.*, s. 80.

⁸ Sulimirski, *op. cit.*, s. 88.

⁹ Sulimirski, *op. cit.*, s. 45.

¹⁰ Dokładniejszy opis metod badawczych oraz wyjaśnienie sposobu zestawienia wyników znajdzie zainteresowany czytelnik w pracy: J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych ze „skarbów“ i osad lużyckich Wielkopolski*, „Archeologia Polski“, t. 3: 1959 z. 2, s. 349—403.

Poza tym przeprowadzono spektrograficzną analizę jakościową przy użyciu spektroskopu ISP-22, przy czym łuk wzbudzano pomiędzy dwoma kawałkami wyciętymi z badanego przedmiotu. Zestawiając wyniki analizy spektralnej (w tab. 1) pominięto obecność żelaza, krzemu, manganu, fosforu i siarki, występujących zawsze w żelazie i stali pochodzenia dymarkowego. Znak + oznacza wyraźnie stwierdzoną obecność domieszki, natomiast znak o świadczy o obecności jedynie ostatnich linii w widmie pierwiastka.

Obserwacje metalograficzne przeprowadzono przy powiększeniu 100 i 500 \times , stosując dla ujawnienia struktury trawienie zglądu 4-procentowym alkoholowym roztworem kwasu azotowego (zwanym w skrócie azotalem). Jednocześnie określano wielkość ziarna opierając się na amerykańskiej normie ASTM E 19—46.

Mikrotwardość poszczególnych składników struktury oznaczano za pomocą mikrodurometru Hanemanna, stosując obciążenie 50 gramów. Każdy wynik jest średnim z pięciu pomiarów.

Poza tym mierzono twardość metalu sposobem Vickersa, stosując obciążenie 10 kg. Czas trwania nacisku 15 sek. Każdy wynik jest średnim z 2—4 pomiarów, zależnie od wielkości próbki.

3. Wyniki badań

Zestawienie badanych wyrobów żelaznych pochodzenia scytyjskiego z oznaczeniem miejsca pobrania próbek do badań podano na ryc. 1, a ich technologię — na ryc. 2. Poza tym w tab. 1 zestawiono wyniki analizy ilościowej i jakościowej, a w tab. 2 wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości Vickersa.

Czekan z Duplisk, pow. Zaleszczyki, odkuty został z żelaza o niskiej zawartości fosforu. Z jednej strony ostrza obserwowano nawęglenie; zawartość węgla przy powierzchni sięgała 0,65% C (ryc. 3). W nienawęglonej części (w środku) struktura ferrytyczna o dość drobnym ziarnie (ryc. 4). Obuch czekana wykazał także nawęglenie, z tym że zawartość węgla przy powierzchni była wyższa i sięgała do 0,75% C (ryc. 5). Struktura nie wykazała śladów stosowania obróbki cieplnej.

Grot włóczni z Sapohowa, pow. Borszczów, odkuty był ze stali o dość niskiej zawartości fosforu. Zawartość węgla w metalu była nierównomierna i dochodziła do 0,80% C. W części nawęglonej obserwowano perlit o dużej dyspersji (sorbityczny) (ryc. 6). Prawdopodobnie grot po nawęgleniu był szybko ostudzony (np. na powietrzu) lub poddany dodatkowej obróbce cieplnej.

Grot włóczni z Ryżanówki wykazał nieco inną strukturę. Był on wykonany ze stali o bardzo nierównomiernym nawęgleniu. Zawartość węgla

Tabela 1
Wyniki ilościowej i jakościowej analizy chemicznej

Lp.	Nazwa przedmiotu	Ciężar G	Miejscowość	Analiza ilościowa %				Analiza jakościowa																	
				Si	Mn	P	Ni	Al	As	Ba	Ei	Ca	Cu	Mg	Ni	Pb	Sn	Zn							
1	Czekan*	279,5	Dupliska, pow. Zaleszczyki	0,07	0,00	0,11		+	0			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	Grot włóczni	31,5	Sapohów, pow. Boroszów	0,00	0,00	0,16	0,00	+	0	+		+	0												+
3	Grot włóczni	96,8	Ryżanówka	0,00	0,00	0,09		+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
4	Grot włóczni	207,0	Rezyń, pow. Humań			0,14		+	0															0	+
5	Ułamek wędzidła	27,0	Rezyń, pow. Humań	0,07	0,00	0,19	0,00	+	0	0		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Grot włóczni	369,0	Bahwa, pow. Humań	0,02	0,00	0,07		+	0																+
7	Nóż	11,0	Bahwa, pow. Humań	0,14	0,00	0,02		+	0														0	+	+

* Analizę spektralną przeprowadzono umieszczając próbkę na elektrodzie węglowej. Ze względu na zanieczyszczenie węgla tytanem i wanadem stwierdzenie obecności tych domieszek nie było możliwe.

Tabela 2

Wyniki obserwacji metalograficznych oraz pomiarów mikrotwardości i twardości Vickersa

Lp.	Nazwa przedmiotu	Miejscowość	Miejsce pobrania próbki	Składniki struktury	Klasa wielkości ziarna	Mikrotwardość Hm kG/mm ²	Twardość Vickersa kG/mm ²
1	Czekan	Dupliska, pow. Zaleszczyki	ostrze	perlit feryt	5 5	213 134	} 105,1
			obuch	perlit feryt	4 *	225 145	
2	Grot włóczni	Sapohów, pow. Borszczów	liść	perlit feryt	5 6	289 136	} 180,0
3	Grot włóczni	Ryżanówka	liść	perlit feryt	8 8	158	} 165,0
4	Grot włóczni	Rezyny, pow. Humań	liść	perlit feryt feryt	8 4 7	152 166	} 131,9
			tuleja	perlit feryt	6 7	237 151	
5	Ułamek wędzidła	Rezyny, pow. Humań		feryt	6	181	144,7
6	Grot włóczni	Bahwa, pow. Humań	liść	perlit feryt	8 8	136	} 106,6
			tuleja	feryt	6	112	
7	Nóż	Bahwa, pow. Humań	ostrze	perlit feryt	8 8	186 162	} 145,5

* Na granicach ziarn.

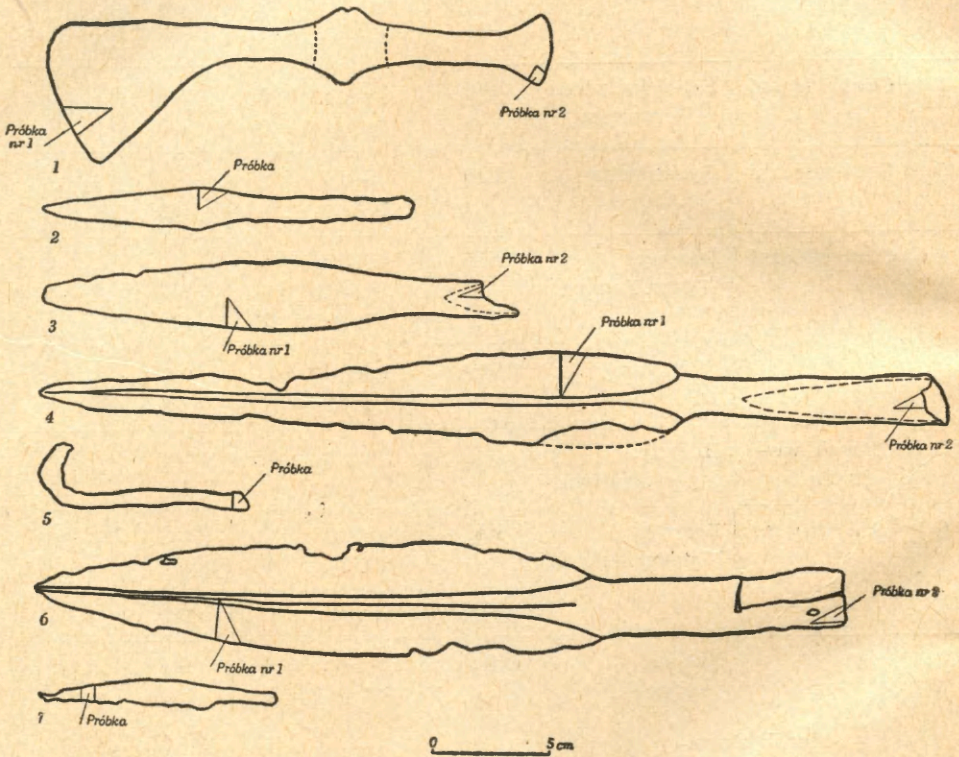
na poprzecznym przekroju liścia była niejednakowa: z obu stron w środkowej części liścia obserwowano przy powierzchni odwęglenie (ryc. 7). W liściu obserwowano bardzo drobnoziarnistą strukturę ferrytyczno-perlityczną (ryc. 8). Natomiast próbka wycięta z tulei wykazała strukturę perlityczną o większym ziarnie z nieznacznymi ilościami ferrytu, przy czym zawartość węgla sięgała do ok. 0,75% C (ryc. 9).

Grot włóczni z Rezyn, pow. Humań, odkuty był z żelaza o dość niskiej zawartości fosforu. Próbką wycięta z liścia wykazała strukturę ferrytyczną,

przy czym przy powierzchni była ona drobnoziarnista, a w pozostałej części — gruboziarnista (ryc. 10). W części drobnoziarnistej obserwowano ślady perlitu.

Podobna struktura wystąpiła w próbce wyciętej z tulei (ryc. 11), z tym że obserwowano miejsca bardziej nawęglone (do ok. 0,4% C) (ryc. 12).

Możliwe jest, że podczas podgrzewania metalu w celu wykucia liścia nastąpiło odwęglenie metalu. Mogło to także nastąpić, jeśli grot, uszkodzony np. podczas walki, był przekuwany. Podobną strukturę bowiem zaobserwowano w odwęglonym ostrzu radliczki z Igołomi, pow. Proszowice (IV—VI w. n.e.)¹¹. Gdyby takie wyjaśnienie było słuszne, świad-



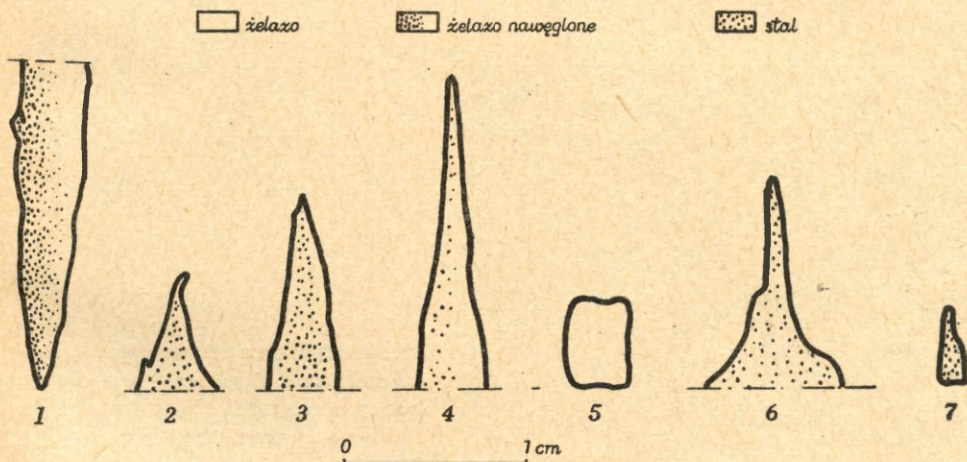
Ryc. 1. Zestawienie badanych wyrobów żelaznych pochodzenia scytyjskiego: 1 — czekan (Dupliska, pow. Zaleszczyki); 2 — grot włóczni (Sapohów, pow. Borszczów); 3 — grot włóczni (Ryżanówka); 4 — grot włóczni (Rezyny, pow. Humań); 5 — ułamek wędzidla (Rezyny, pow. Humań); 6 — grot włóczni (Bahwa, pow. Humań); 7 — nóż (Bahwa, pow. Humań)

¹¹ J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania zabytków archeologicznych z Wyściaża, Igołomi, Jadownik Mokrych i Piekark*, [w:] *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa*, t. 2, Wrocław 1958, s. 7.

czyłoby ono, że rzemieślnik naprawiający grot nie orientował się w odwołującym działaniu wygrzewania grota w ognisku lub nie umiał temu przeciwdziałać.

Wędzidło z Rezyn odkute było z żelaza o nieco wyższej zawartości fosforu i posiadało strukturę ferrytyczną o raczej drobnym ziarnie (ryc. 13). Przy wyrobie wędzidła stosowanie zabiegów w celu utwardzenia metalu nie było potrzebne.

Liść z grota włócznie z Bahwy, pow. Humań, jak wskazują badania, wykonany był przez zgrzewanie dwóch kawałków metalu (por. ryc. 2). Strukturę grota w pobliżu miejsca zgrzewania podano na ryc. 14. Była ona w obu zgrzewanych częściach jednakowa i składała się z drobnodziarnistego ferrytytu oraz skoagulowanego (kulkowego) cementytu eutekoidalnego (ryc. 15).



Ryc. 2. Technologia badanych wyrobów żelaznych pochodzenia scytyjskiego: 1 — czełkan (Dupliska, pow. Zaleszczyki); 2 — grot włócznie (Sapohów, pow. Borszczów); 3 — grot włócznie (Ryżanówka); 4 — grot włócznie (Rezyny, pow. Humań); 5 — ułamek wędzidła (Rezyny, pow. Humań); 6 — grot włócznie (Bahwa, pow. Humań); 7 — nóż (Bahwa, pow. Humań)

Próbka wycięta z tulei posiadała osnowę czysto ferrytyczną (ryc. 16), w której obserwowano nieliczne, bliżej nie określone wtrącenia niemetaliczne (azotki?)¹² podane w znaczniejszym powiększeniu na ryc. 17. Kawalek metalu, z którego wykonano grot, wykazywał więc także niezbyt

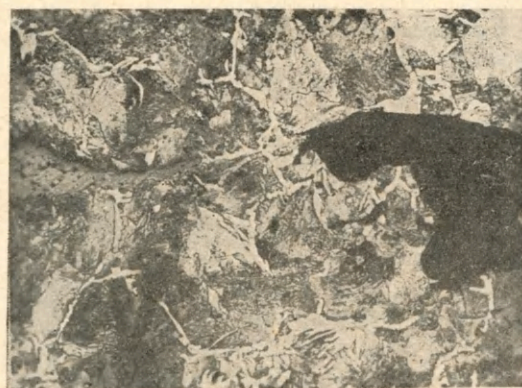
¹² Podobne wtrącenia iglaste występujące w czystym żelazie i stali określono jako związek azotu z żelazem γ — Fe_4N (G. R. Booker, J. Norbury, A. L. Sutton, *Investigation of Nitride Precipitation in Pure Iron and Mild Steel*, „Journal of the Iron and Steel Institute“, t. 187: 1957 nr 3, s. 205).



Ryc. 3. Struktura przy nawęglonej (?) powierzchni ostrza czekana z Duplisk, pow. Zaleszczyki: perlit i ferryt. Traw. azotalem, pow. 100×

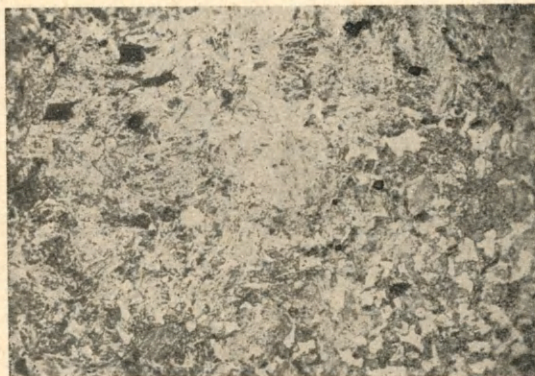


Ryc. 4. Struktura nienawęglonej części czekana z Duplisk: ferryt o dość drobnym ziarnie. Traw. azotalem, pow. 100×



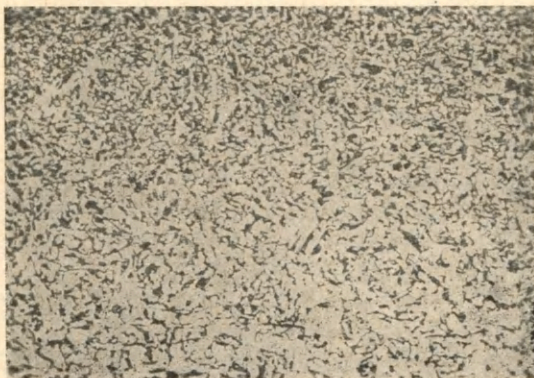
Ryc. 5. Struktura próbki wyciętej z obucha czekana z Duplisk: perlit i ferryt oraz wtrącenie żuźla. Traw. azotalem, pow. 100×

Ryc. 6. Struktura liścia grota włóczni z Ryżanówki: drobnoziarnisty ferryt i perlit. Traw. azotalem, pow. 100×



Ryc. 7. Makrostruktura na poprzecznym przekroju liścia grota włóczni z Ryżanówki. Miejsca silniej nawęglone uległy zaciemnieniu. Traw. azotalem, pow. 8×

Ryc. 8. Struktura liścia grota włóczni z Ryżanówki: drobnoziarnisty ferryt i perlit. Traw. azotalem, pow. 100×



równomierne nawęglanie; możliwe jest jednak także, że odwęglanie tulei nastąpiło w czasie jej wykonywania (podczas podgrzewania w ognisku kowalskim).

Przyczyna wykonania liścia z dwóch kawałków metalu jest trudna do wyjaśnienia; podobny sposób stwierdzono przy badaniach jednego grota włóchni z kurhanu nr 2 w miejsc. Sz wajcaria, pow. Suwałki (IV w. n. e.), z tym że był on wykonany z żelaza nienawęglanego¹³. Kształt tego grota był podobny do grota z Bahwy. Możliwe, że w ten sposób uzyskiwano większą sztywność liścia.

Nóż z Bahwy wykazał bardzo podobną strukturę do poprzednio opisanego grota, z tym że odkuty był z jednego kawałka metalu. Struktura składała się z bardzo droбноziarnistego ferrytu oraz cementytu skoagulowanego (kulkowego — ryc. 18, 19). Przy powierzchni obserwowano niewielkie odwęglanie (ryc. 20). Odwęglanie to nastąpiło prawdopodobnie podczas podgrzewania (lub wygrzewania) noża w ognisku kowalskim przy obróbce cieplnej; w uprzednio opisanym grocie włóchni z Bahwy podobnego odwęglania nie stwierdzono. Materiał, z jakiego wykonane zostały grot włóchni i nożyk z Bahwy, można uważać za stal półtwardą. W dotychczasowych badaniach metaloznawczych napotkano strukturę skoagulowanego cementytu eutektoidalnego (perlitu) tylko w ułamku pręta ze Słupcy, pow. Konin (okres halszacki D)¹⁴, oraz w radlicy i kroju z Igołomi, pow. Proszowice (II—IV w. n.e.)¹⁵.

4. Opracowanie wyników

Technologia wykonania badanych wyrobów scytyjskich polegała na odkuciu przedmiotu z żelaza lub stali. Był to na ogół metal o dość wysokiej jakości; ilość żużla oraz zawartość fosforu była stosunkowo niewielka. Ta technologia jest niewątpliwie najdawniejsza i można ją uważać za typową dla okresu, z którego pochodzą badane wyroby scytyjskie.

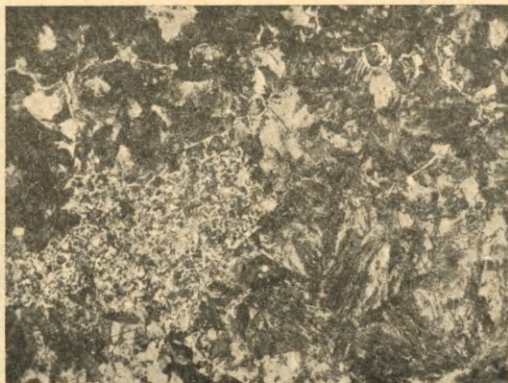
Jedynie czekan z Duplisk mógł być wykuty z żelaza, a następnie nawęglony w celu utwierdzenia. Przypuszczenie to nie jest jednak pewne i wydaje się, że i on wykonany został z metalu o nierównomiernym nawęglaniu, jakie nastąpiło podczas wytapiania metalu w piecu hutniczym. Żaden z badanych przedmiotów nie był hartowany, tj. w próbkach nie zaobserwowano struktury martenzytycznej lub troostytycznej.

¹³ J. Piaskowski, *Badania metaloznawcze przedmiotów żelaznych z kurhanów z okresu rzymskiego we wsi Sz wajcaria, pow. Suwałki*, „Wiadomości Archeologiczne“, t. 25: 1958 nr 1—2, s. 58.

¹⁴ Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych ze „skarbów“ i osad lużyckich...*

¹⁵ Piaskowski, *Metaloznawcze badania zabytków archeologicznych z Wyciąża, Igołomi...*, s. 23.

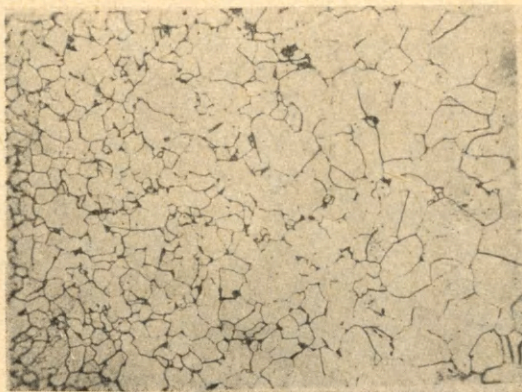
Ryc. 9. Struktura próbki wyciętej z tulei grota włóczni z Ryżanówki: perlit i nieznaczne ilości ferrytu. Traw. azotalem, pow. 100×

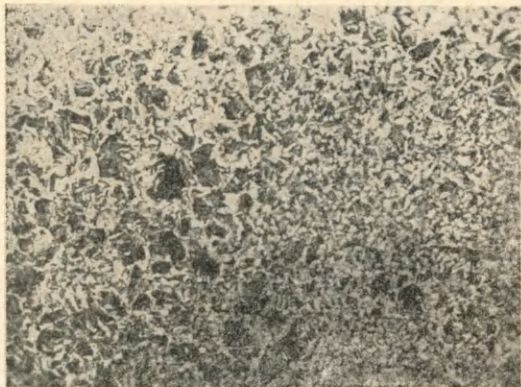


Ryc. 10. Struktura liścia grota włóczni z Rezyn, pow. Humań: gruboziarnisty i drobnoziarnisty ferryt ze śladami perlitu na granicach ziarn. Traw. azotalem, pow. 100×

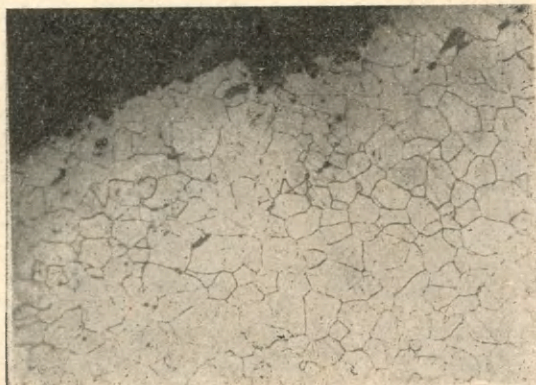


Ryc. 11. Struktura w próbce wyciętej z tulei grota włóczni z Rezyn: ferryt oraz drobne wtrącenia żużla. Traw. azotalem, pow. 100×

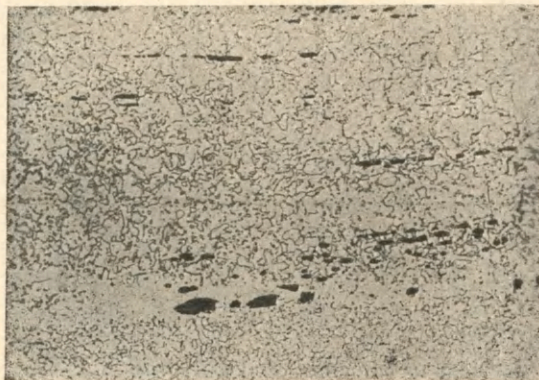




Ryc. 12. Struktura w próbce wyciętej z tutei grota włóczni z Rezn (w miejscu silniej nawęglonym): perlit i ferryt. Traw. azotalem, pow. 100×



Ryc. 13. Struktura przy powierzchni wędzidła z Rezn: ferryt oraz wtrącenia żużla. Traw. azotalem, pow. 100×



Ryc. 14. Struktura liścia grota włóczni z Bahwy, pow. Humań: drobnoziarnisty ferryt i skoagulowany cementyt eutektoidalny. Traw. azotalem, pow. 100×

Zjawiska tego nie można tłumaczyć zmianami struktury, które miałyby nastąpić wskutek długiego czasu, jaki upłynął od chwili obróbki cieplnej do czasów obecnych (tzw. odpuszczenie), gdyż wymienione struktury występują w hartowanych narzędziach (siekiery, noże) pochodzących z okresu halsztackiego⁴⁶. Trzeba jednak podkreślić, że w okresie tym nie spotykamy hartowanych grotów włóczni.

Natomiast wysoko należy ocenić umiejętność wykonawcy grota włóczni i nożyka z Bahwy, poddanych specjalnej obróbce cieplnej.

W zbadanych wyrobach żelaznych pochodzenia scytyjskiego stwierdzono pewne różnice struktury metalu, co wskazywałoby na różne ich pochodzenie. W ten sposób można rozróżnić kilka odmian technologii wykonania zbadanych wyrobów.

Grot włóczni z Sapohowa, a — być może — także czekan z Duplisk przedstawiają podobny typ metalu i możliwe jest, że pochodzą one z jednego ośrodka hutnictwa żelaznego. Wyraźnie odbiega od obu tych okazów obraz strukturalny grota włóczni z Ryżanówki, którego pochodzenie było raczej odmienne.

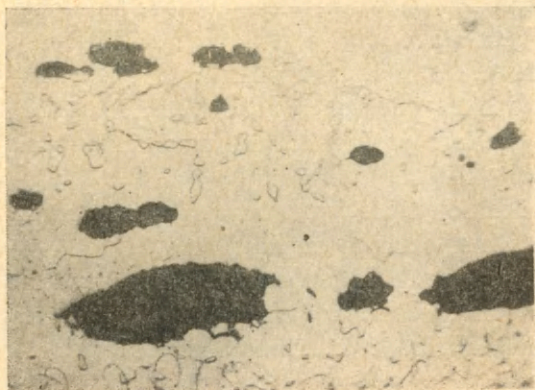
Do podobnego typu metalu można by zaliczyć grot włóczni z Rezyn. Odwęglenie liścia podczas przekuwania (jeśli to wyjaśnienie zaobserwowanych różnic struktury w próbkach wyciętych z liścia i tulei jest słuszne), które wymagało podgrzania grotu do dość wysokich temperatur (ok. 1000°C), nie pozwala stwierdzić, jaką strukturę posiadał grot bezpośrednio, po wykonaniu (i czy był on poddany obróbce cieplnej). Możliwe jest, że wędzidło z Rezyn było tegoż pochodzenia co i grot włóczni z tegoż stanowiska, nie jest to jednak pewne, gdyż materiał (miękkie żelazo dymarkowe) mógł być uzyskany w większości ośrodków starożytnego hutnictwa żelaznego.

Natomiast grot włóczni i nóż z Bahwy posiadały prawie identyczną strukturę i pochodziły z tego samego ośrodka produkcyjnego, a nawet, być może, były dziełem tego samego rzemieślnika. Pod względem jakości przewyższały one pozostałe okazy i poziom ośrodka, z którego pochodziły, należy ocenić najwyżej.

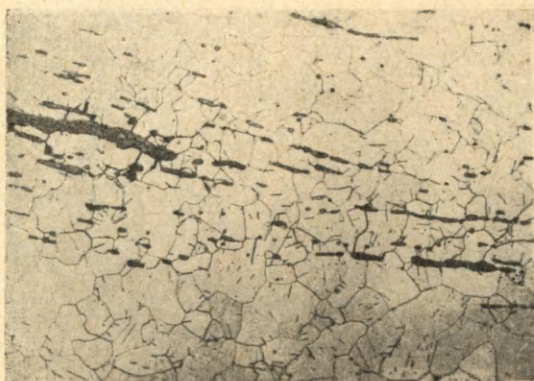
Ilość zbadanych okazów zbyt mała, aby wyniki badań mogły być podstawą do uogólnień. W każdym razie można stwierdzić, że Scytowie korzystali z kilku ośrodków produkcyjnych hutnictwa żelaznego.

Ze względu na brak podobnych badań wyrobów żelaznych z tego okresu, pochodzących z innych ziem (a w szczególności Azji Mniejszej, Grecji itd.), trudno ocenić poziom techniki scytyjskiej. Zasadniczo odpowiada on na ogół poziomowi techniki wyrobów żelaznych występujących w okresie halsztackim na ziemiach Polski, z tym jednak że znajdowane

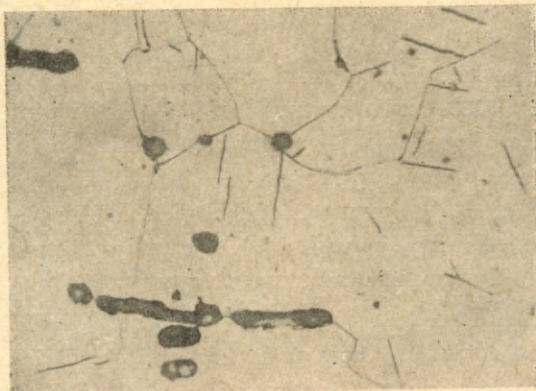
⁴⁶ Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych ze „skarbów“ i osad lużyckich...*



Ryc. 15. Struktura liścia grotła włócznie z Bahwy pod większym powiększeniem: skoagulowany cementyt eutektoidalny, ferryt oraz wtrącenia żużla. Traw. azotalem. pow. 500×

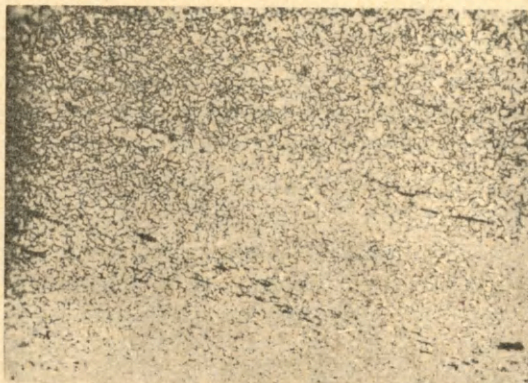


Ryc. 16. Struktura tulei grotła włócznie z Bahwy: drobnoziarnisty ferryt oraz bliżej nie określone wtrącenia (azotki?), oraz żużel. Traw. azotalem, pow. 100×

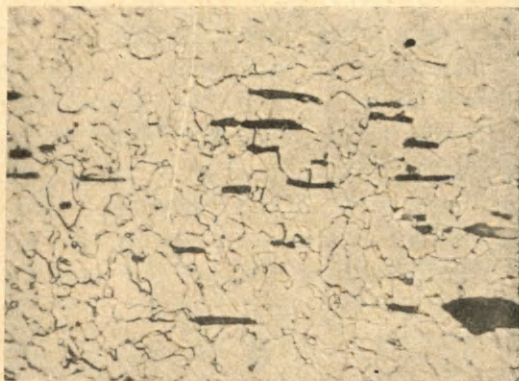


Ryc. 17. Struktura tulei grotła włócznie z Bahwy pod większym powiększeniem: ferryt i bliżej nie określone wtrącenia (azotki?). Traw. azotalem, pow. 500×

Ryc. 18. Struktura noża z Bahwy, pow. Humań: ferryt oraz skoagulowany cementyt eutektoidalny. Traw. azotalem, pow. 100×



Ryc. 19. Struktura noża z Bahwy pod większym powiększeniem: ferryt oraz skoagulowany cementyt eutektoidalny. Traw. azotalem, pow. 500×



Ryc. 20. Struktura przy powierzchni (na lewo) noża z Bahwy: ferryt, skoagulowany cementyt eutektoidalny i wtrącenia żużla. Traw. azotalem, pow. 100×



w „skarbach“ łużyckich siekierki były hartowane; okazy te jednak to importy.

Przechodząc do dokładniejszego porównania wyrobów scytyjskich ze zbadanymi przedmiotami z okresu halsztackiego, znalezionymi na ziemiach Polski, można stwierdzić raczej różnice strukturalne metalu. Wprawdzie na ziemiach Polski występują dość często przedmioty wykonane z żelaza (lub stali) o bardzo nierównomiernym nawęgleniu (np. grube bransolety z Szczonowa, pow. Jarocin; Słupcy, pow. Konin, itd.; grot włóczni z Łuszkowa, pow. Kościan)¹⁷, jednak wykazują one odmienny obraz strukturalny. Pewne podobieństwa obrazu strukturalnego można zaobserwować pomiędzy grotem z Sapohowa a wyrobami stalowymi, które dość licznie występują na ziemiach Polski, szczególnie w okresie halsztackim D. Wyroby te pochodziły najprawdopodobniej z poważnego ośrodka hutnictwa żelaznego w Górach Świętokrzyskich. Podobieństwo struktury nie jest jednak tego rodzaju, aby można było twierdzić, że grot włóczni z Sapohowa pochodził z tego ośrodka, jakkolwiek nie można wykluczyć takiej ewentualności.

Natomiast w zbadanych dotychczas wyrobach żelaznych z ziem Polski nie zaobserwowano tego rodzaju struktury jak w grocie włóczni i nożu z Bahwy; trzeba jednak podkreślić, że zbadane wyroby z ziem Polski pochodzą przeważnie z cmentarzysk ciepłopalnych, a w stosie (jeśli były tam umieszczane) pod wpływem podwyższonej temperatury mogły nastąpić zmiany struktury metalu.

Przeprowadzone badania wyrobów scytyjskich nie wykazały więc wyraźnych podobieństw strukturalnych do wyrobów żelaznych z okresu halsztackiego i lateńskiego, znalezionych na ziemiach Polski.

Ilość zbadanych wyrobów pochodzenia scytyjskiego jest jednak, jak już podkreślono, niewielka; możliwe, że dalsze ich badania pozwolą na znalezienie bliższych powiązań technologicznych i produkcyjnych, szczególnie jeśli chodzi o wschodnie ziemie Polski.

JERZY PIASKOWSKI

METALLOGRAPHICAL EXAMINATIONS OF SOME SCYTHIC IRON IMPLEMENTS

The metallographical examinations were made on seven iron relics of Scythic origin: a battle-axe from Dupliska, district of Zaleszczyki, spearheads from Sapohów (distr. of Borszczów), Ryżanówka, Rezyny (distr. of Humań) and from Bahwa (distr. of Humań), a fragment of curb-bit from Rezyny and a knife from Bahwa.

¹⁷ Piaskowski, *op. cit.*

The examinations comprised quantitative and qualitative chemical analyses, metallographical observation with determination of the grain size, the measurements of the microhardness and hardness by means of the Vicker's method.

In the analysed objects we could observe some differences in the structure of metal, and in the technology showing a different derivation of these products.

The spearhead from Sapohów so as the spearhead and the knife from Bahwa were forged in an almost uniformly carbonized steel; the two latter specimens had been submitted to the malleabilizing heat treatment. Owing to this process the metal, sufficiently hardened and strengthened, was able to keep a relatively good flexibility and impact strength. Both seem to have been manufactured by the same iron-metallurgist.

The spearhead from Ryżanówka, on the contrary, and those from Rezyń were forged in irregularly carbonized iron. It is possible too that these objects have undergone a decarbonization of metal during the forging process. The battle-axe of Dupliska is also likely to have been made out of an irregularly carbonized bloomery iron. But we may presume, as well, that the item having been forged in iron, had its cutting part and its back submitted to a deep carbonization to have the metal properly hardened.

The curb-bit of Rezyń was produced in soft bloomery iron.

Differences stated in the structure of these tools proved that, in general, they had been manufactured in various productive centres. We unfortunately do not dispose of similar metallographical examinations on contemporaneous iron objects produced in other territories, especially in Asia Minor, Greece etc., and we therefore are not able, up to now, either to determine their origin or to properly value the technical skill mastered by Scythic iron-metallurgists. All we can say is, that the smiths who forged the examined implements, must have perfectly known the smelting technique of iron and steel as well as the heat treatment.

Moreover, we were unable to detect the technological lineament which may have existed between Scythic products and the iron tools occurring in Poland during the periods of Hallstatt and La Tène. Although in the course of that time we encounter in Poland iron products (mainly thick bracelets) very unevenly carbonized, they must be supposed to be imported goods, the provenience of which could not be put into full evidence. But in Poland we very often meet with steel tools produced in the Góry Świętokrzyskie. There is a slight resemblance in structure between the objects manufactured in the mentioned smelting centre and the spearhead from Sapohów; this affinity, however, seems too vague and gives no sufficient evidence for ascribing the origin of that specimen to the above productive centre, though, of course, we may not exclude such an eventuality.

Our knowledge of the technique used by Scythes to produce iron tools and the proper localization of their productive centres would be considerably improved if a greater quantity of such metal relics could be submitted to systematic metallographical examinations.

