

Radwan, Mieczysław

Konferencja sprawozdawcza Zespołu Historii Techniki Hutniczej i Odlewniczej

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 3/3, 491-504

1958

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



KONFERENCJA SPRAWOZDAWCZA ZESPOŁU HISTORII TECHNIKI HUTNICZEJ I ODLEWNICZEJ

W dniu 10 grudnia 1957 r. odbyła się w Krakowie doroczna konferencja sprawozdawcza Zespołu Historii Techniki Hutniczej i Odlewniczej Komitetu Historii Nauki, zorganizowana przy udziale Katedry Historii Techniki i Nauk Technicznych Akademii Górniczo-Hutniczej.

Na sesję przybyło z Krakowa, Warszawy, Łodzi, Poznania, Gdańska i innych miejscowości 63 uczestników.

Zagajając sesję przewodniczący Zespołu prof. Mieczysław Radwan wyjaśnił, że jakkolwiek problematyka wczesnodziejowego hutnictwa świętokrzyskiego¹ dominuje w porządku dziennym obrad, w planie prac Zespołu są też i inne zagadnienia. Hutnictwo świętokrzyskie wczesnodziejowe wysu-nęło się jednak na plan pierwszy, gdyż jako zagadnienie nowe wymaga pilnego, choćby wstępnego, ale dostatecznie pełnego wyjaśnienia. Uważamy, że odtworzenie technologii tego procesu metalurgicznego wyjaśni wiele okoliczności nawet i dla następnych etapów rozwojowych oraz zaspokoi głód archeologów, którzy próbowali — bez powodzenia — wyjaśniać we własnym zakresie podobne procesy.

W roku sprawozdawczym stwierdzono, że proces metalurgiczny w kotlinkach typu świętokrzyskiego odbywał się przy sztucznym podmuchu; natrafiono na ślady wykorzystywania rud innych niż hematy z Rudek; zbadano rodzaje drewna użytego do otrzymania węgla drzewnego; przeprowadzono dalszą rejestrację i inwentaryzację piecowisk oraz dokonano próby ściślejszego datowania tego przemysłu.

Niemniej jednak pozostaje wciąż jeszcze wiele spraw nie wyjaśnionych: 1) nie natrafiono na ślady łupki w kolcach żuźlowych, 2) nie natrafiono na ślady wstępnej przeróbki łupki wytworzonej w kotlinkach, 3) nie wyjaśniono istoty układu trójkowego i czwórkowego w piecowiskach², 4) zbyt słabo interesowano się człowiekiem i jego warunkami pracy i bytowania. Problemy te będą tematem dalszych badań.

Współpraca z Zespołem Hutnictwa i Górnictwa Tatrzańkiego doprowadziła do odkrycia konstrukcji dolnej części drewnianych budowli młota

¹ Poprzednie sprawozdania z badań nad tym hutnictwem ukazały się w nrze 1/1957 „Kwartalnika HNiT”.

² Por. cytowane sprawozdanie.

w zakładzie hutniczym w Starych Kościeliskach z pierwszej połowy XIX wieku.

Na podstawie badań archiwalnych prof. Kazimierz Gierdziejwski przedstawił w surowej postaci pracę *Historia powstania i technicznego rozwoju zakładów w Węgierskiej Górze*. Praca pozostała nieukończona wobec śmierci autora.

Ludwik Musiał nadesłał w formie przygotowanej do druku pracę *Wykaz dawnego przemysłu żelaznego na Górnym Śląsku od połowy XIV do połowy XIX wieku*. Obejmuje ona ponad pięćset obiektów hutniczych rozmieszczonych w 260 miejscowościach i oparta jest na materiałach archiwalnych i bogatej literaturze.

Poza tym przeprowadzano kwerendę w archiwach oraz wypisy z akt dla dalszych prac.

Badawcze prace laboratoryjne prowadzone były w dwóch kierunkach: wyjaśnienie technologii wczesnośredniowiecznego hutnictwa świętokrzyskiego (Holowiński, Radwan, Różański) oraz dalsze prace metaloznawcze, archeologicznych obiektów metalowych (Piaskowski, Różański). Poza tym Jerzy Piaskowski prowadził badania nad starymi testami (Pliniusz, Caesalpino, Biringucce i inni) oraz z ramienia Zespołu współdziałał w organizacji konferencji odlewników w Biskupinie poświęconej odlewnictwu brązowemu.

Aktyw Zespołu włączył się również czynnie do akcji ochrony zabytków technicznych, przeprowadzając konsultacje, wizje lokalne, opiniowanie prac, akcję prasową itp.

Po tym ogólnym przeglądzie prac Zespołu mgr K. Bielenin i prof. M. Radwan przedstawili sprawozdanie z prac terenowych w rejonie Gór Świętokrzyskich, prowadzonych przez Muzeum Archeologiczne przy współudziale Zespołu i Muzeum Świętokrzyskiego. Z dwóch obszarów, na których masowo występuje żużel żelazny charakterystyczny dla świętokrzyskiej techniki hutniczej: południowego na południe od rz. Kamiennej i północnego na północ od tej rzeki — badany był obszar pierwszy.

Wyniki badań przedstawione są sumarycznie w tablicy I (s. 483).

Ogółem więc odsłonięto do końca 1957 r. 1020 kotlinek piecowych.

Na żadnym ze stanowisk nie stwierdzono wyraźnych śladów doprowadzania sztucznego dmuchu.

Układ czwórkowy i trójkowy kotlinek w dwóch ciągach występuje jako dominanta, jednak natrafiono na piecowiska, gdzie układ ten jest zakłócony (Nowa Słupia II). W piecowiskach jeleniowskich (Jeleniów I, II i III) w granicach wykopu stwierdzono ślady słupów oraz jam przypiecowskich, na razie nie ustalonego dokładnie przeznaczenia, a mogących służyć jako składowiska rudy.

Na podstawie dotychczasowych analiz kłoców żużla z Kunowa i Starachowic stwierdzono, że oprócz hematytu z Rudek do procesu metalurgicznego stosowano kopalny limonit (Kunów, Starachowice). Istnieje też prawdopodobieństwo, że hutnicy z Zochcina (pod Opatowem), a także Jeleniowa i innych miejscowości korzystali z lokalnych złóż rud.

Tablica I

Lp.	Miejscowość	Stano- wisko	Czas badań	Układ kotlinek	Ilość kotlinek	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
1	Kunów	I	10.55	?	3	a.
2	Rudki	I	5.56	4	26	h.
3	Rudki	II	5.56	4	36	h.
4	Rudki	III	5.56	?	4	b.h.
5	Łubów Dół		7.56	?	5	c.
6	Przetęcz Jele- niowska	II	7.56	?	13	d.
7	Stara Słupia	I	8.56	3	27 + 28	
8	Stara Słupia	II	8.56	4	53 + 59	
9	Stara Słupia	III	8.56	4	69 + 80	
10	Starachowice	I	4.57	3	29 + 26	h.
11	Starachowice	II	4.57	—	10	e.
12	Pokrzywianka Górna	I	4.57	4	32 + 39	e.
13	Skoszyn	I	7.57	3	12 + 15	d.
14	Jeleniów	I	8.57	4	60 + 64	
15	Rudki	IV	8.57	4	21	h.
16	Nowa Słupia	I	8.57	4	53	
17	Nowa Słupia	II	8.57	—	45	g.
18	Jeleniów	II	10.57	4	36 + 38	
19	Jeleniów	III	10.57	4	68 + 71	
20	Zochcin	I	11.57	—	10	
21	Trzcianka		10.57	—		

U w a g i: a. stwierdzono występowanie dalszych kotlinek, b. pozostałość zniszczonego piecowiska, c. cztery gniazda zniszczone, w jednym udało się stwierdzić 5 kotlinek, d. stanowisko w lesie ograniczone starodrzewem, e. odsłonięto tylko część piecowiska, f. piecowisko zniszczone, g. układ kotlinek nieregularny, h. kotlinki występują bez wyprawy iłowej czy glinianej.

Wiele danych wskazuje, że wielowarstwowym obiektem archeologicznym jest teren kopalni Staszic w Rudkach. Na stanowisku odkrytym w dolnej części zachodniego zbocza kotliny północnej znaleziono obok paleniska ceramikę typową dla okresu wczesnorzymskiego. W dwóch punktach wschodniego zbocza odkryto ślady jamy zawierającej między innymi ceramikę siwą toczoną na kole. W warstwie wysiewek hematytowych znaleziono dwa denary rzymskie: Wespazjana i Trajana.

W samej kopalni do głębokości ponad 30 m napotyka się ślady dawnych robót górniczych.

Mgr K. Bielenin przedstawił próbne datowanie hutnictwa świętokrzyskiego.

Na badanych stanowiskach znaleziono stosunkowo niewielką ilość ceramiki oraz dwa zaledwie ułamki przekutego żelaza. Poza stanowiskiem w Kunowie, gdzie stwierdzono grubą warstwę osadniczą z dużą ilością ceramiki, na wszystkich pozostałych stanowiskach piecowisk w Starej i Nowej Słupi, Jeleniowie, Rudkach znaleziono zaledwie po kilka do kilkunastu ułamków skorup. Również bardzo staranne badania powierzchniowe w najbliższej okolicy piecowisk nie dały najmniejszych śladów warstwy osadniczej.

Badania uzyskanej dotychczas ceramiki wskazują, że były to naczynia ręcznie lepione o strukturze masy ceramicznej, charakterystycznej dla okresu rzymskiego. Są także fragmenty ceramiki siwej typu igołomskiego oraz fragmenty dużych naczyń zasobowych, wypalonych na kolor czerwony z wywiniętym płasko na zewnątrz grubym kołnierzem.

Na jednym odcinku badanego rejonu, w południowo-zachodniej stronie wsi Nowa Słupia, w przysiółku Łazy, odkryto szereg stanowisk żuźla starożytniej techniki świętokrzyskiej z ceramiką nawiązującą pod względem struktury masy ceramicznej do okresu rzymskiego, natomiast pod względem form i ornamentu do ceramiki wczesnośredniowiecznej wieku VII do IX.

Na podstawie tego materiału można stwierdzić, że świętokrzyski przemysł hutniczy w okresie wpływów rzymskich III—IV n.e. pracował już na dużej skale. Jak wskazują słabo jeszcze zbadane stanowiska w Łazach, przemysł ten trwał prawdopodobnie w następnych wiekach wczesnego średniowiecza.

Do ściślejszego wyjaśnienia tego zagadnienia niezbędne są dalsze badania. Pozwolą one również — być może — cofnąć początek hutnictwa świętokrzyskiego do pierwszych wieków przed naszą erą.

Zespołowa praca K. Bielenina, W. Giźbert i M. Radwana miała za temat „Paliwo w procesie metalurgicznym hutnictwa świętokrzyskiego“.

W czasie badań w r. 1956—1957 pobrano ze spodu 26 kotlinek kawałki węgla dla ustalenia rodzaju drzewa użytego dla wytworzenia węgla drzewnego, który był paliwem w procesie metalurgicznym.

Próbki pobrano z różnych piecowisk: z Przełęczy Jeleniowskiej — 1 z Kunowa — 1, z Pokrzywianki Górnej — 4, ze Skoszyna — 4, z Nowej Słupi — 4, z Jeleniowa — 12.

Badania laboratoryjne przeprowadziła dr W. Giźbert, która ustaliła, że węgiel występujący w poszczególnych kotlinkach i przedstawiony do badań pochodził z jednego tylko gatunku drzewa, przy czym w 16 przypadkach wystąpiła sosna (12 kotlinek) bądź sosna lub jodła (w 4 kotlinkach), jednym przypadku — buk, w 4 przypadkach — dąb, w 5 przypadkach topola lub podobne drzewa liściaste.

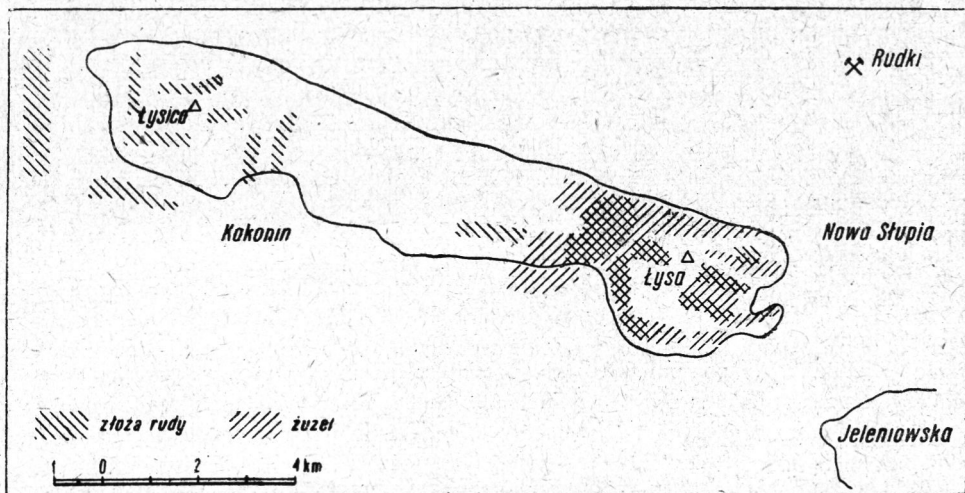
Znaczna przewaga sosny nad innymi gatunkami mogłaby świadczyć bądź o charakterze ówczesnych lasów, w których sosna występować by miała w przewadze, to znaczy w sposób odmienny niż obecnie (dziś „puszcza bukowo-jodłowa“), bądź o tym, że ówczesny hutnik specjalnie poszukiwał sosny dla procesu metalurgicznego. W tym ostatnim przypadku sosna mogłaby być sprowadzana z dalszych okolic. Sprawa wymaga jeszcze studiów.

Ks. dr Włodzimierz Sedlak przedstawił pracę *Stanowisko żuźla starożytnego na tle lokalnych zasobów rudy żelaznej*.

Złoże hematytu w Rudkach (kopalnia Staszic) zajmując centralne położenie na obszarze żuźla świętokrzyskiego mogło być podstawą surowcowa

dla obszaru o promieniu najwyżej 10 km. Są przypuszczenia, że korzystano poza tym z innych złóż miejscowych (Jeleniów i inne). Autor rozpatrzył szczegółowo sam kadmub Łysogór od Łysej do Łysicy.

Na południowym, zresztą bardzo łagodnym stoku Łysej Góry, ks. dr Sedlak zna 12 stanowisk żużla. Na północnym zboczu o dużej pochyłości (około 24%) znajduje się kilkadziesiąt piecowisk, najgęściej na piętrze mię-



Rys. 1. Nakładanie się wzajemne złóż rud i żużla w paśmie Łysogór według ks. dra Sedlaka.

dzy II i III pasem gołoborzy oraz poniżej dolnego piętra rumoszu. Na grzbiecie Łysej Góry od strony Nowej Słupi piecowiska wystąpiły na wysokości 573 m.

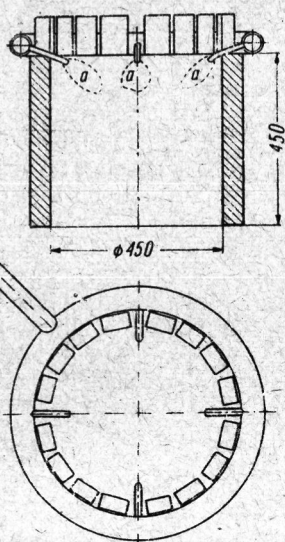
Autor wyodrębnia trzy prawdopodobne bramy przeciekania kultury żużla pierwotnego z północy na południe; są to przełęcze: Jeleniowska, Słupska i Hucka.

Zasięg żużla sięga do linii Księża Skala—Huta Podłysica. Na górze Łysicy żużla nie stwierdzono.

Stwierdzono natomiast występowanie rudy w podłożu kambru średniego jak na Łysej Górze tak i na Łysicy. Ruda ta występuje w rozmaitej postaci: jako złoża limonitu, rzadziej hydrotermalnego hematytu, niekiedy nawet pirytu.

Nakładając mapy występowania rud kambryjskich i żużla żelaznego (rys. 1) wypada stwierdzić bardzo dobrą zgodność przylegania na terenie Góry Łysej i całkowity brak żużla na Łysicy. Jest to zjawisko interesujące i godne bliższego zbadania. Ks. dr Sedlak zastanawiał się nad przyczynami, które skłoniły ówczesnych hutników do przejścia z dogodnych warunków podgórskich i usadowienia się na trudnym terenie. Stawia on tezę roboczą,

że powodem tego stanu były warunki geologiczne i warunki zbytu. Ostatnia okoliczność byłaby decydująca, gdybyśmy założyli, że Łysa Góra stanowiła ważne centrum kultowe, ściągające ludność szerokiej okolicy.



Rys. 2 Doświadczalna kotlinka \varnothing 450 mm. a — jaskinia spalania. 1:10.

Autor wysuwa następujące wnioski:

1) Należy dalej badać proces metalurgiczny w oparciu o bazę surowcową i to możliwie najbliższą, gdyż niewątpliwie hutnictwo na Łysej Górze korzystało z miejscowych złóż rudy kambryjskiej.

2) Warunki hypsograficzne upoważniają do postawienia tezy o kultowym stanowisku Łysej Góry.

Prof. S. Holewiński zreferował próby technologiczne otrzymania żelaza w kotlince typu świętokrzyskiego. Dzięki uprzejmości kierownictwa wydziału wielkpiecowego w Zakładach Starachowickich na terenie tego wydziału przeprowadzono trzy próbne wytopy w obecności M. Radwana i W. Różańskiego.

Do badań użyto węgiel drzewny bukowy oraz rudę limonitową darniową z Witaszyc o ziarnistości 10—15 mm o składzie chemicznym według tablicy II.

Tablica II

FeO	— 0,85%	Mn	— 1,62%	Al ₂ O ₃	— 4,80%
Fe ₂ O ₃	— 47,74%	CaO	— 0,85%	P	— 1,12%
SiO ₂	— 31,19%	MgO	— 0,34%	S	— 0,09%

Pierwszy piecyk użyty do prób posiadał wymiary: średnica wewnętrzna ok. 40 cm, głębokość ok. 50 cm, kotlinka wyłożona 5 cm warstwą gliny z szamotem.

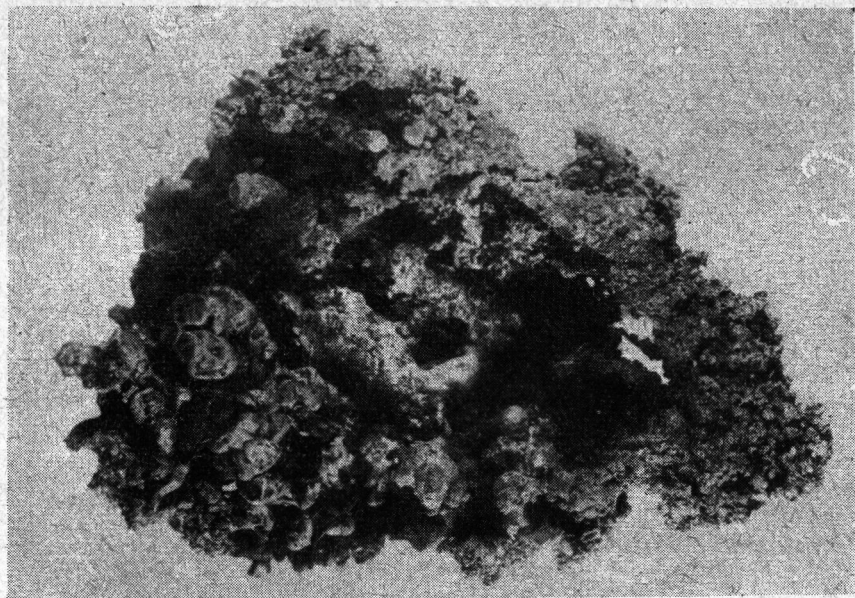
Próbie pierwszą prowadzono bez poddmuchu, do prób użyto 72 kg węgla drzewnego i 15,5 kg rudy. Pomimo tak dużej ilości węgla temperatura w piecu sięgała ledwie 500°C i dopiero wykonanie nadbudówki z cegły o wysokości 25 cm ustawionej z luzami (otworami) dookoła kotlinki pozwoliło na podwyższenie temperatury do ok. 800°C. Powyższe temperatury nie wystarczyły dla przeprowadzenia ani redukcji, ani ożuzłowania skały płonnej. Ruda utraciła jedynie wodę krystaliczną i części lotne.

Próba ta wykazała, że bez poddmuchu sztucznego proces metalurgiczny w takich kotlinkach nie mógł się rozwinąć.

Następne dwie próby przeprowadzono w piecyku pokazanym na rys. 2.

W czasie próby drugiej dmuch był doprowadzany rurką gazową $\frac{1}{2}$ " do różnych miejsc, przy czym położenie końca rurki zmieniano tak w pionie jak i w planie. W wyniku tej próby otrzymano kilka „gąbek“ masy żelaznej pomieszanej z żużlem.

Trzecią próbę przeprowadzono w tym samym piecyku z tym jednak, że dmuch doprowadzono z rury 2", obalającej krawędź kotlinki, przez cztery



Rys. 3. Masa gąbczasta vel „łupka“

odgałęzienia — „dyszki“ (rys. 2). Pozostawiono jak i przy próbie drugiej obudowę luźną cegłami wysokości ok. 17 cm. Przetopiono 12 kg rudy i otrzymano cztery gąbki u wylotu czterech dyszek. Charakter otrzymanej gąbki żużlowo-żelaznej był identyczny, jak przy próbie drugiej.

Analiza masy „gąbczastej“ (łupki, rys. 3) dała wyniki pokazane w tablicy III.

Tablica III

	Próbka I	Próbka II
Fe _{met}	19,40%	18,22%
FeO	39,71%	46,33%
Fe ₂ O ₃	3,49%	2,53%
SiO ₂	19,54%	18,72%
Al ₂ O ₃	1,84%	2,11%
CaO	2,76%	2,61%
MgO	1,14%	0,85%
MnO	0,23%	0,23%
P	2,76%	2,76%

Pozostała po odrzuceniu żelaza metalicznego masa żużlowa świadczy wymownie o znacznym rozwoju procesu redukcji. Skład jej przekazuje tablica IV.

Tablica IV

	Próbka I	Próbka II
SiO ₂	27,7 ⁰ / ₀	24,6 ⁰ / ₀
FeO	55,4 ⁰ / ₀	60,8 ⁰ / ₀
Fe ₂ O ₃	4,8 ⁰ / ₀	3,3 ⁰ / ₀
Al ₂ O ₃	2,5 ⁰ / ₀	2,7 ⁰ / ₀
CaO	3,9 ⁰ / ₀	3,5 ⁰ / ₀
MgO	1,6 ⁰ / ₀	1,1 ⁰ / ₀
MnO	0,3 ⁰ / ₀	0,3 ⁰ / ₀
P	3,9 ⁰ / ₀	3,6 ⁰ / ₀

Wnioski:

1. Proces redukcji przebiegał zgodnie z założeniami teoretycznymi, przy temperaturze bliskiej lecz powyżej 12 00°C.

2. Skład żużla wyraźnie odpowiadał składowi chemicznemu żużli z tych piecowisk, które pracowały na rudach limonitowych.

3. Doprowadzenie dmuhtu z góry powodowało tworzenie się jaskini spalania w górnej części pieca, a w jej pobliżu — produktu procesu — masy gąbczastej jako łupki.

Oczywiście przeprowadzone próby dają na razie tylko potwierdzenie, że sposób przeprowadzenia prób jest właściwy i że na tej drodze należy przebadać wszystkie inne okoliczności świętokrzyskiego procesu metalurgicznego.

Knt mgr inż. W Różański referował badania metaloznawcze nad metalem, pochodzącym z różnych czasów. Porównał on dwa okazy żelazne znalezione w okolicy Nowej Słupi, metal otrzymany z próbnego wytopu w Starachowicach oraz metal ze Starych Kościelisk, pochodzący z przełomu XVIII i XIX wieku.

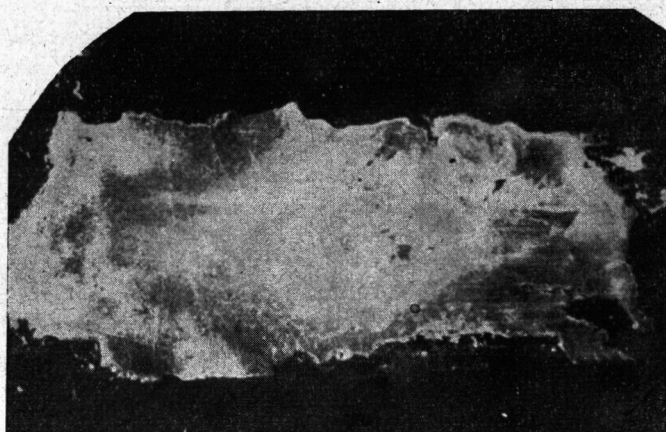
W zbadanych okazach wystąpiły różnice strukturalne i chemiczne w różnych miejscach jednego i tego samego przedmiotu.

Tak więc w okazie nr 1, pochodzącym z Rudek i uważanym raczej za półwyrób niż przedmiot gotowy, w polu szlif (rys. 4 i 5) widać różnicę nawęglania od 0,0 do 0,8⁰/₀ C, czyli obok bardzo miękkiego żelaza wystąpiła twarda stal.

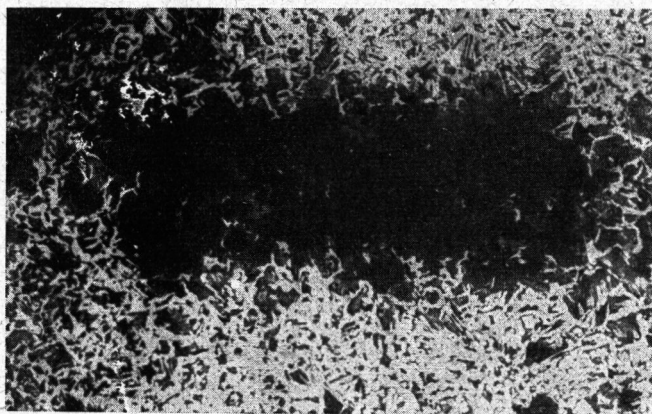
W okazie nr 2, który podlegał niewątpliwie obróbce plastycznej i termicznej przez nawęglanie krąwędzi, występuje wyraźnie tylko niejednorodność ziarna.

W okazach ze Starych Kościelisk wystąpiły widoczne nawet gołym okiem różnice nawęglania.

Tego rodzaju zjawiska można wytłumaczyć jedynie tym, że przy redukcji rudy w prymitywnych piecykach i ogniskach powstawały wielce różnorodne warunki. Jest to łatwo wytłumaczalne, gdy się zważy przebieg procesu redukcji w takich kotlinkach. W okolicy jaskini spalania mogły wystąpić



Rys. 4. Przekrój poprzeczny kawałka żelaza (półfabrykatu) z Rudek. Widoczne jasne plamy odpowiadają miejscom wzbogaconym w węgiel. Oświetlenie skośne.
Pow. 3×1 (Fot. W. Różański)



Rys. 5. Fragment mikrostruktury żelaza z Rudek. Skupienia ciemnych ziarn perlitu wskazują na miejscowe wzbogacenie w węgiel. Pow. 75×1 (Fot. W. Różański)

miejscowe temperatury znacznie przewyższające 1200°C. Stąd pewne cząsteczki mogły się dostatecznie nawęglić, tworząc tzw. karbidki Fe_3C . Natomiast już następne cząsteczki w bliskiej nawet odległości znalazły się w warunkach niższych temperatur i innej koncentracji tlenków węgla.

Powyższe przypuszczenia całkowicie potwierdził próbny wytop przeprowadzony w Starachowicach. Tworząca się tam łupka wykazała bardzo znaczne niejednorodności w strukturze.

Starożytni kowale znali te okoliczności i starali się jakoś metalu poprawić kilkakrotnym przekuwaniem.

W badaniach więc metaloznawczych przedmiotów pochodzących z żelaza dymarkowego należy spodziewać się niejednorodności struktury.

Mgr inż. J. Piaskowski przedstawił pracę *Rozwój technologii wyrobów żelaznych na ziemiach Polski na podstawie badań metaloznawczych*.

Badania metaloznawcze około 400 dawnych wyrobów żelaznych znalezionych na ziemiach Polski i pochodzących od czasów najdawniejszych (okres halsztacki) do końca XIX w. pozwoliły na poznanie w ogólnym zarysie rozwoju technologii wyrobów żelaznych w Polsce.

Przeprowadzone badania obejmowały ilościową i jakościową analizę chemiczną, obserwacje metalograficzne wraz z określeniem wielkości ziarn oraz pomiar twardości metalu i mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych.

Znaczniejsze ilości wyrobów żelaznych pojawiają się na ziemiach Polski w okresie halsztackim; jest prawdopodobne, że wówczas rozpoczęto w Polsce wytapianie żelaza. W okresie tym odkuwano narzędzia z żelaza, a części pracujące (np. ostrza siekier, noży i sierpów) często nawęglano i hartowano.

Całkowicie odmienną technologię wykazują bransolety, zostały one bowiem wykonane z żelaza bardzo nieregularnie nawęglonego. Możliwe, że metal tego rodzaju uzyskiwano bezpośrednio jako wynik procesu redukcji w piecu dymarkowym. Nie jest też wykluczone, że przedmiot ten jest wynikiem odwęglania surówki; fragmenty pism Pliniusza, a zwłaszcza Arystotelesa (*Metrorologica*, księga IV), wskazują na stosowanie tego procesu.

W okresie lateńskim i rzymskim pojawia się, głównie w Wielkopolsce i wschodniej Małopolsce, nowa charakterystyczna dla tego okresu technologia. Polega ona na wykonywaniu arzędzi i innych wyrobów w całości ze stali o różnej zawartości węgla — od bardzo niskiej (ok. 0,15% C) do bardzo wysokiej (ok. 1,0% C). Być może, technologia ta powstała w okolicach Gór Świętokrzyskich, gdzie w tym okresie hutnictwo żelazne było bardzo rozwinięte. W niektórych okolicach Polski wykonywano jednak nadal narzędzia z żelaza nawęglając część pracującą, którą potem hartowano.

Technologia wyrobów żelaznych następnego okresu (VI—VIII w.n.e.) nie została jeszcze zbadana ze względu na niewielkie ilości znalezionych dotychczas przedmiotów metalowych, pochodzących z tych czasów.

We wczesnym średniowieczu, szczególnie do X w., występuje jeszcze technologia charakterystyczna dla okresu halsztackiego, później jednak powszechne zastosowanie znajduje całkowicie nowa technologia polegająca na wykonywaniu narzędzi przez zgrzewanie żelaza i stali, przy czym ze stali wykonywano jedynie część pracującą narzędzia, osiągając najdalej posuniętą oszczędność stali.

Mgr inż. Henryk Jost wygłosił komunikat: Drewniane zabytki urządzeń maszynowych.

Drewno przez wiele lat było podstawowym materiałem używanym do budowy urządzeń mechanicznych. Okucia metalowe stosowano tylko jako dodatek. Również kopalnie oraz zakłady metalurgiczne były wyposażone w drewniane urządzenia mechaniczne i konstrukcje.

Konieczność ochrony zabytków dawnej techniki wykonanych z drzewa jest więc problemem natury ogólnokrajowej.

Jednym z ognisk, gdzie są skoncentrowane różnorodne, dość liczne jeszcze zabytki rodzimej techniki, wykonane z drewna, jest Podhale. Przykładami mogą być: folusz i pędnia w Łopusznej oraz osiedle Roztoki koło Witowa, gdzie znajdują się relikwiotowe obiekty: tartak, młyn, folusz.

Po referatach i komunikatach wywiązała się wielogodzinna dyskusja.

Dr Marciniak nawiązując do referatu mgra Bielenina wypowiada zastrzeżenie odnośnie datowania świętokrzyskiego przemysłu hutniczego na podstawie tylko ceramiki na okres VI—IX w. Pewne bowiem znaleziska już nasuwały sugestie, że w nieokreślonych na razie warunkach skryształizowało się szereg form, które mają początek w ceramice wczesnorzymskiej.

Z wygłoszonych referatów wynika, że współpraca metalurgów z archeologami rozwija się pomyślnie. Niemniej jednak nowe problemy narastają: przede wszystkim należy wyjaśnić, w jakiej mierze rejon świętokrzyski oddziaływał na rejony sąsiednie, jak np. Mazowsze itp. Rejon świętokrzyski stanowi część tzw. ciągu małopolskiego, interesującą więc sprawą byłoby ustalenie kontaktów ze Śląskiem. Czy w szczególności nie ma tu jakichś powiązań z Tarchalicami?

Zagadnienie rejonu świętokrzyskiego zatraça poza tym o tak kapitalne problemy, jak problem kultury weneckiej. Należałoby więc badania znacznie rozszerzyć.

Prof. dr R. Jamka stwierdza, że od metalurgów oczekuje się podstaw do bardziej dokładnego datowania. Niewątpliwie technika świętokrzyska rozwinęła się dość znacznie, zapewne więc czas trwania był względnie długi. Wskazane byłoby stosować się do przyjętych przed wojną faz dla okresu wpływów rzymskich: faza wczesna mniej więcej do r. 150 n.e., faza średnia od r. 150 do 250, faza późna mniej więcej od r. 250 do r. 400.

W związku z tym należy prowadzić szczegółową inwentaryzację materiałów na badanym obszarze zarówno piecowisk, jak osiedli i cmentarzy. Umożliwi to porównanie z innymi terenami.

Badania należy rozszerzyć poza teren świętokrzyski, na Śląsk i dalej. Warto też wyjaśnić, czy nie znajdziemy analogii na terenie Czech.

Badaniami nad materiałem opałowym, stosowanym przez hutników świętokrzyskich, należy zainteresować paleobotaników.

Należałoby też wykorzystać materiały, które z terenów Rudek zebrał przed wojną Stefan Krukowski.

Mgr inż. A. Owczarek analizując występowanie znanych obecnie i dawno już eksploatowanych złóż rud z warstw mezozoicznych i paleozoicznych oraz ślady eksploatowania rud ze złoża Staszic twierdzi, że ówczesne warunki transportowe nie pozwalały na większą odległość piecowisk od złoża jak

300—400 m. W pobliżu więc skupisk występowania żużla muszą zalegać nieznane nam złoża rud żelaza.

Odrzuca przy tym możliwość występowania nieznanych rud darniowych, gdyż na tym terenie są one w ogóle nie spotykane. Są wprawdzie znane złoża pochodzenia osadowego w okolicy Ciekot i Bełcza pod Opotowem, małe jest jednak prawdopodobieństwo wystąpienia innych. Istnieje natomiast duże prawdopodobieństwo występowania złóż pochodzenia hydrotermalnego na dyslokacjach podobnych do złóż z kopalni Staszic. Wyniki analizy chemicznej na zawartość pierwiastków śladowych żużla z Rudek i ze stanowisk koło Góry Jeleniowskiej i Świętokrzyskiej są zbliżone. Potwierdza to możliwość występowania złóż tego samego typu dotychczas nieznanymi. Dyskutant postuluje rozpoczęcie rejestracji i dokumentowania śladów starych robót górniczych na terenach występowania żużla dla zdobycia materiałów do historii techniki górniczej oraz szczegółowe rozpatrzenie możliwości występowania złóż rud w pobliżu poszczególnych stanowisk żużla.

Doc. dr J. Pazdur stwierdza, że istnieje pewna ciągłość między okresem wpływów rzymskich i powstaniem Państwa Polskiego. Zagadnienie poruszone jest więc ważne, gdyż ośrodek świętokrzyski wiązał się z problematyką kultury ówczesnej. Konieczne będą szersze studia porównawcze, mogłoby to zrobić archeologowie.

Badania należy rozciągnąć na dawną znajomość właściwości fizycznych ognia — da to pewne przesłanki przy dalszych badaniach pieców ceramicznych i szklarskich, wypalania węgla itp.

Dyskutant postuluje też, w nawiązaniu do komunikatu mgra Josta, katalogowanie i inwentaryzowanie drewnianych zażytków techniki.

Mgr inż. Głowacki zapoznaje zebranych z pracami ośrodka poznańskiego.

W ramach współpracy Katedry Metaloznawstwa Politechniki i Instytutu Badań Archeologicznych Uniwersytetu zbadano szereg przedmiotów metalowych z terenów Kołobrzegu, Wolina, Ostrowa, Biskupina i innych. Badania te potwierdzają wnioski, do jakich doszedł mgr Piaskowski w zakresie dawnych procesów technologicznych. Byłoby pożądane, aby te badania kontynuować w skali ogólnokrajowej, a ośrodek poznański ofiarowuje swoją współpracę.

Prof. M. Radwan nawiązując do już zgłoszonych wniosków oświadcza, że Zespół Historii Polskiej Techniki Hutniczej stara się utrzymać w określonych ramach i nie wykraczać poza badania technologii wytwarzania metalu, jego przerobu, uszlachetniania itp. Oczywiście również inwentaryzacja zażytków hutnictwa będzie nadal prowadzona.

Na kulminacji Łysogór można się dopatrywać odmiennej techniki budowania pieców niż na południowym zboczu. Prace łysogórskie posiadają grubą wyprawę sporządzaną z gliny zmieszanej z siewką roślinną, a dno pieca jest wyraźnie wyłożone podobną wyprawą.

Mgr Kieszkowski informuje o napotkaniu ciekawego pieca, który prawdopodobnie służył do prażenia czy też przygotowania rudy.

Mgr Kozłowski zwraca uwagę na fakt wcześniejszego wydobywania rud hematytowych, które służyły pierwotnie jako barwniki, nawet w okresie paleolitu.

Nawiązując do przeważającej ilości sosny w węglu drzewnym przypomina, że paleobotanicy zwracali już uwagę na zmiany w świecie roślinnym, jakie zaszły w ostatnich tysiącletniach.

Dyskutant wskazuje też na ważną okoliczność, że warsztaty hutnicze powstawały zazwyczaj w pewnej odległości od siedziby hutników. Stąd powstaje trudność w odszukaniu osiedla.

Mgr A. Zbiński podkreśla dużą ilość problemów obchodzących zarówno historyków, jak i metalurgów. Dotychczasowa współpraca jest w dużym stopniu planową, Zespół dysponuje już pewnym doświadczeniem, można więc na tym oprzeć dalsze plany.

Z przedstawionego materiału rzuca się w oczy fakt niewątpliwej koncentracji produkcji o wielkim nasileniu na stosunkowo małym obszarze, powstaje więc problem ustalenia ówczesnej organizacji produkcji oraz elementów nadbudowy.

W zakresie prób datowania na podstawie tylko ceramiki należy zachować wielką ostrożność. Jeśli pewne stanowiska będzie można odnieść do wieku VII—IX, będzie to rewelacją.

Wobec wielkiej różnorodności rud spotykanych w badanym terenie należy przypuszczać, że sugestia prof. Holewińskiego o charakterystycznej zawartości fosforu w żużlu może dać ciekawe wskazówki przy ustalaniu złóż rudy użytej do produkcji.

Mgr inż. J. Piaskowski zaznacza, że kęsy z Witowa stanowią sensację i przypominają kęsy z terenów imperium rzymskiego.

Z dotychczasowych badań płyną przede wszystkim wnioski metodologiczne. Zachodzi konieczność ustalania planu badań i wiązania ich ze stanem wiedzy w innych krajach. Metalurg i technolog muszą być zapoznani ze źródłami archeologicznymi.

Inż. J. Jasiuk zwraca uwagę na problematykę ochrony zabytków techniki. W sprawie zabytków drewnianych na Podhalu radzi porozumieć się z etnografami.

Dr S. Buratyński przypuszcza, że odkryte kotlinki świętokrzyskie są tylko dolną częścią piecyka tak jak piece hutnicze igolomskie.

Mgr K. Bielenin uzupełnia w kilku punktach swoją pierwszą wypowiedź: stwierdza on, że w czasie dwuletniej swej pracy w terenie napotykał przeważnie ceramikę ze średniej fazy wpływów rzymskich.

Pewne szczegóły odsłoniętych piecowisk wskazują, że sezon produkcji w piecykach przypadał na okres letni. Jak długo trwał cykl produkcyjny (jeden wytop), odpowiedzieć mogą dalsze próby technologiczne.

Na sprawę kultu, o którym mówił ks. dr Sedlak, należy zwrócić odpowiednią uwagę. Wspomniane osadnictwo wczesnośredniowieczne w Łazach pod Nową Słupią wymaga oczywiście dalszych badań, na podstawie których można będzie ustalić jego związek z hutnictwem okresu rzymskiego.

Ks. dr Sedlak podkreśla fakt występowania rudy żelaznej w Łysogórach na wysokości 563—611 m. Wysuwa propozycję, aby następna sesja poświęcona specjalnie hutnictwu świętokrzyskiemu odbyła się w Górach Świętokrzyskich.

Prof. M. Radwan zamykając sesję odpowiadał na szereg pytań. W starożytności istniało wiele typów pierwotnych pieców do otrzymywania żelaza

z rud: były piece z dmuchem górnym i dolnym, po pierwszym typie pozostały kotlinki typu świętokrzyskiego, po drugim zaś — wiele form rozmaitych. W Igołomi znaleziono dymarki innego tego typu niż w Świętokrzyskiem. Natomiast proces metalurgiczny przebiegał jednakowo tak długo, dopóki nie przekroczono temperatury 1200°C . Typowym produktem ubocznym procesu jest żużel żelazawy, w którym $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ (fajalit) jest składnikiem koniecznym.

Kotlinki świętokrzyskie służyły doraźnie dla jednego wytopu, natomiast piecyki z nadbudowanym szybem o dolnym podmuchu mogły być używane wielokrotnie.

Z przebiegu konferencji wyciągnąć można następujące wnioski:

1. Należy prowadzić bardziej intensywną i szczegółową rejestrację i inwentaryzację wszystkich śladów działalności górniczej i hutniczej, osiedli, cmentarzysk itp., począwszy od okresu halsztackiego do wczesnego średniowiecza na terenach występowania starożytnego żużla żelaznego.

2. Należy wiązać badania technologiczne świętokrzyskiego hutnictwa wczesnodziejowego z bazą surowcową dla wyjaśnienia zależności rozmieszczenia piecowisk od złóż rudy.

3. Należy dalej zbierać materiały krajowe i zagraniczne oraz przeprowadzać badania własne na innych terenach dla celów porównawczych.

4. Należy rozpocząć badania nad oddziaływaniem skoncentrowanego świętokrzyskiego przemysłu żelaznego na sąsiednie obszary.

5. Należy zainteresować badaniami przedstawicieli różnych dyscyplin, jak geologów, etnografów, paleobotaników itp., dla najbardziej wszechstronnego wyjaśnienia wysuniętych problemów.

6. Należy zorganizować specjalną sesję poświęconą świętokrzyskiemu hutnictwu żelaznemu w terenie i to w czasie badań wykopaliskowych.

7. Należy zorganizować konferencję metaloznawców dla ujednoczenia badań nad metalowymi przedmiotami archeologicznymi.

Mieczysław Radwan

BADANIA DAWNYCH ZABUDOWAŃ HUTNICZYCH W DOLINIE KOŚCIELISKIEJ W TATRACH

Powołany przez Komitet Historii Nauki PAN Zespół Historii Hutnictwa i Górnictwa Tatrzańskiego kontynuował w lecie 1957 r. badania na terenie Doliny Kościeliskiej w Tatrach. W pracach prowadzonych okresowo w latach 1955—1956 na polanie Stare Kościeliska ustalono położenie i rozmiary fundamentów różnych zabudowań wchodzących w skład dawnej osady górniczo-hutniczej oraz znaleziono szczątki pieców i niektóre elementy konstrukcji mechanicznych samego zakładu hutniczego¹.

Zakład ten, składający się niegdyś — jak wspomina Staszic — z wielkiego pieca i kuźnic, działał w ostatnich latach swego istnienia tylko jako fry-

¹ Patrz artykuł autora: *Badania na terenie osady hutniczej Stare Kościeliska w Dolinie Kościeliskiej w Tatrach*, „Przegląd Techniczny” nr 17/1957, s. 677.