

HENRYK MAMZER (Poznań)

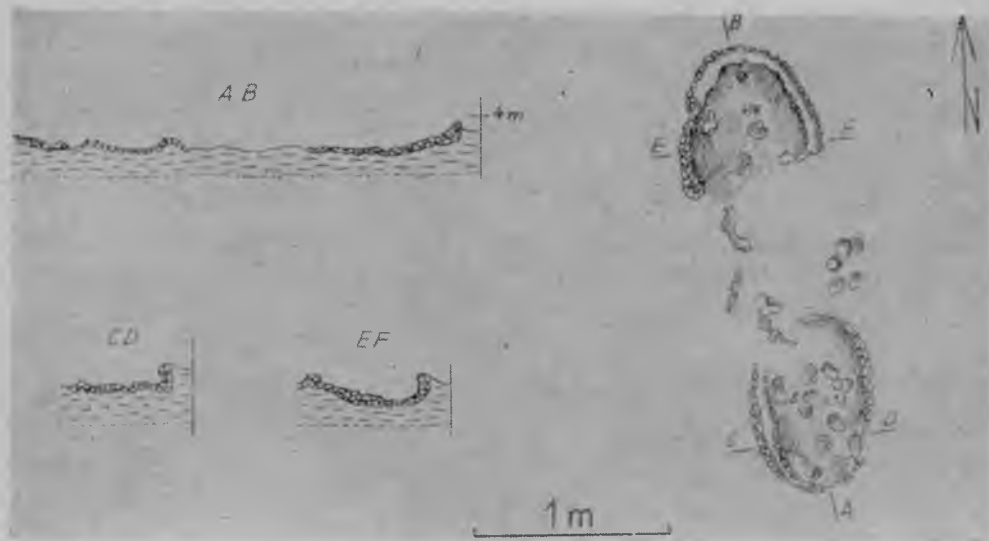
TECHNOLOGIA PRODUKCJI PRZEDMIOTÓW ŻELAZNYCH ZE STYRMEN NAD JANTRĄ W BUŁGARII

Znajomość metalurgii żelaza w Styrmien¹ w okresie wczesnego średniowiecza i średniowiecza poświadczona jest licznymi znaleziskami żużla żelaznego oraz gotowych wyrobów, przede wszystkim narzędzi kowalskich, takich jak kleszcze i przecinaki. Stwierdzone w trakcie badań wykopaliskowych nagromadzenie żużli żelaznych, tworzących wyraźnie rysujące się dwa skupienia w obrębie arów 593 - 597 i 206 - 296 pozwala zakładać, że w tych partiach osiedla mamy do czynienia ze śladami produkcji metalurgicznej. Szczególną uwagę zwraca nasilenie występowania żużla w rejonie odkrytych na arze 595 dwóch odległych od siebie o 0,5 m płytek (głębokość 0,12 - 0,14 m) nieckowatych zagłębień (\varnothing — ok. 0,60 m) uformowanych w glinie wykazującej ślady działania wysokiej temperatury. Podobna koncentracja żużla wystąpiła w rejonie odkrytego w odległości około 2 m od powyższych obiektów, toku glinianego o nieregularnym kształcie (wymiary 2×2 m), w którego środkowej partii stwierdzono jamę o głębokości 0,40 - 0,50 m wypełnioną popiołem. Jednakże związek tego obiektu z produkcją metalurgiczną nie jest jasny.

Znaczących trudności w interpretacji przysparzają również wspomniane wyżej dwa sąsiadujące ze sobą zagłębienia, ze względu na brak typowych oznak przeprowadzonego w nich procesu redukcyjnego. Znajdowane bowiem bryły żużla występowały poza ich obrębem na różnych głębokościach. Przy czym największe ich skupienie stwierdzono w warstwie gliny zalegającej 0,40 - 0,50 m powyżej znajdującej się obok jamy wypełnionej popiołem. Uwagę zwracają jednak odcisnięte na dnach owych obiektów negatywy żużla w kształcie placzków o \varnothing 8 - 10 cm z półokrągłym dnem, a więc analogicznych do żużli na jakie natrafiono w bezpośrednim ich sąsiedztwie. Tego rodzaju żużle określane są w literaturze jako pozostałość po wytopie przeprowadzanym w ogniskach dymarskich². Brak zalegania żużla *in situ* nie przesądza twierdzenia o odmiennej funkcji tych obiektów, pomimo że nie sposób wykluczyć bezpośrednią

¹ Pełną publikację źródłową tego stanowiska przygotowano oddzielnie. W. Hensel (red.), *Styrmien nad Jantrą (Bułgaria). Badania archeologiczne polskiej ekspedycji w latach 1961 - 1964 i 1967 - 1968*, Wrocław—Warszawa—Kraków—Gdańsk 1979.

² R. Pleiner, *Zakłady slovenského železářského hutnictví v Českých zemích*, Praha 1958, s. 85, 236 - 264 oraz ryc. 63.



Ryc. 1. Pozostałość ognisk dymarskich

Fig. 1. Vestiges des fourneaux à soufflerie

drogę tego rodzaju możliwości, ze względu na brak jednoznacznych kryteriów kwalifikujących je do roli ognisk dymarskich. Z podobną jednak sytuacją zetknęliśmy się w wypadku określenia ich jako palenisk kowalskich. Uwzględniając natomiast specyfikę wytopu przeprowadzanego w ogniskach dymarskich³, znaczny stopień zniszczenia poziomu użytkowego tychże obiektów⁴ poprzez nawarstwienia późniejsze oraz koncentrację dużej ilości żużla w bezpośrednim ich sąsiedztwie, skłonni jesteśmy uznać omawiane obiekty za pozostałość ognisk dymarskich o wymiennej funkcji związanej z wygrzewaniem lupek⁵ (ryc. 1).

Wyniki analizy chemicznej próbek żużla przedstawione w tabeli 1 wskazują na jego pochodzenie z różnych faz procesu redukcyjnego przebiegającego wielostopniowo: Fe_2O_3 — Fe_3O_4 — FeO — Fe , gdzie znaczny odsetek Fe_2O_3 występujący w rudzie zredukowany był do minimum przy jednoczesnym wzroście w żużlu FeO . Stąd też badane próbki charakteryzujące się wysoką zawartością Fe_2O_3 w stosunku do niewielkiego odsetka FeO (np. próbka nr 4, 8, 10, 15, 17) mogą być bryłami przeprażonej nie wytopionej rudy, pochodzącej

³ R. Pleiner, op. cit., s. 34, 238 n.; R. F. Tylecote, *Metallurgy in Archaeology*, London 1962, s. 195 n.; J. Piaskowski, *O wytapieniu żelaza w ogniskach dymarskich na ziemiach Polski*, KwHKM, XVIII, 1970 s. 37 - 52.

⁴ Z. Kurnatowska, *Osadnictwo wczesnośredniowieczne*, w: *Styrmen nad Jantrą...*, op. cit.

⁵ W. Schmid, *Norisches Eisen. Beiträge zur Geschichte des österreichischen Eisenswesens*, Wien—Berlin 1932, s. 181; R. Pleiner, *Problem druhotného zpracování železa v pravěku*, Archeologické Rozhledy, IV, 1952, s. 511 - 519. Analogiczne do odkrytych w Styrmie pozostałości ognisk dymarskich stwierdzono na stanowisku z XI - XII w. w Birlad, jud. Vaslui, w Mołdawii, zob. N. Maghiar, S. Olteanu, *Din istoria mineritului în România*, București 1970, s. 105.

z partii pieca nie wpływających korzystnie na pełny proces redukcji. Występująca natomiast w żuźlu duża zawartość Fe (od 31,83% do 69,81%), głównie w postaci tlenków FeO i Fe₂O₃, świadczy o nie zakończonym procesie redukcji. Fakt ten jest zjawiskiem powszechnym przy ówczesnych prymitywnych sposobach wytopu. Jednakże w naszym przypadku niekorzystnie na proces redukcji wpływała najprawdopodobniej wysoka zawartość krzemionki (SiO₂) występująca w analizowanych próbkach żuźla⁶. Przy czym nietypowe żuźle charakteryzujące się bardzo wysoką zawartością krzemionki (SiO₂) dochodzącą do 90% (próbka nr 11, 18 - 21) i jednocześnie znikomym odsetkiem tlenków żelaza (FeO, Fe₂O₃) mogły powstać w wyniku stopienia obudowy pieca⁷. Dodatkowo na proces wytopu mogła wpływać natomiast wysoka zawartość wapnia (CaO), niwelując częściowo trudności wynikające z wysokiej zawartości krzemionki (SiO₂). Tak więc tlenek wapnia, wchodzący prawdopodobnie w skład zawartości surowca używanego do wytopu, pełnił rolę naturalnego topnika.

Analiza składu chemicznego próbek żuźla wykazała, że podstawowym surowcem wykorzystywanym do wytopu były powierzchniowe rudy darniowe o wysokiej zawartości fosforu (P₂O₅)⁸. Dodatkowym podkreśleniem tego stwierdzenia jest fakt znalezienia rudy darniowej w warstwie kulturowej na arze 266⁹.

Badania metaloznawcze przedmiotów żelaznych ze Styrmen¹⁰ przeprowadzono na podstawie analiz 127 egzemplarzy, w skład których wchodziły

⁶ A. Mazur, E. Nosek, *Od rudy do noża*, Mat. Arch., VII, 1966, s. 25.

⁷ Tego rodzaju żuźle podobnie interpretują; R. Pleiner, *Zakłady...*, s. 200; W. Sedlak, J. Piaskowski, *Znalezienie łupek żelaza świętokrzyskiego oraz ich charakterystyka metalograficzna*, KwHKM, IX, 1961, s. 94 - 95; J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania starożytnych przedmiotów żelaznych i próbek żuźla z Górnego Śląska i Ziemi Częstochowskiej*, Spr. Arch., XX, 1969, s. 443; tenże, *Metaloznawcze badania wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych i próbek żuźla z Górnego Śląska*, Spr. Arch., XXIV, 1972, s. 448 - 449.

⁸ Por. na ten temat S. Holewiński, *Wczesnorzymski ośrodek hutniczy wzdłuż pasma Łysogórskiego*, *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa*, t. II, 1958, s. 115 - 128 oraz prace J. Piaskowskiego cytowane w przyp. 7. Niektórzy badacze wyrażają jednak wątpliwość co do pewności odczytywania z analizy żuźla rodzaju stosowanej do wytopu rudy, K. Bielenin, *Dziesięciolecie zespołowych badań terenowych nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim*, Mat. Arch., VII, 1966, s. 54.

⁹ Według określenia dr M. Klichowskiej. Na temat eksploatacji i wykorzystywania do produkcji żelaza niskoprocentowych limonitów w północno-wschodniej Bułgarii por. H. Мавродинов, *Разкопки и проучвания в Плиска*, *Разкопки и проучвания III*, Средновековен отдел, София 1948, s. 159 - 170; Г. Георгиев, *Археологически данни за жлезодобиването в Североизточна България*, *Природа*, т. IV, 1955, s. 65 - 75; tenże, *Старото желязодобиване в с. Искрец, Софийско*, *Годишник на Националния Политехнически Музей*, I, София 1971 (1972), s. 137 - 140; E. Zah, *Exploatarea fierului în Dolnoega veche*, *Pontica*, t. IV, 1971, s. 191 - 207; H. Mamzer, *Z problematyki badań nad starożytną i wczesnośredniowieczną metalurgią żelaza w Bułgarii*, KwHKM, XXIV, 1976 nr 2, s. 300, 303.

¹⁰ Z. Głowacki, H. Przygodzka, *Badania metaloznawcze zabytków żelaznych ze Styrmen*, w niniejszym tomie, s. 245 - 294.

Wyniki analizy chemicznej próbek żużla ze Styrmen*

Lp.	Nr inw.	Ar	Zawartość (%)											Straty prażenia
			Fe meta- liczne	Fe cał- kowite	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	S	Al ₂ O ₃	
1	31/61	176			30,25	25,70	30,60	11,20			1,75			
2	37/61	146			45,19	25,20	19,60	8,78			0,34			
3	39/61	176			55,68	22,15	12,55	8,42			0,46			
4	44/61	176			12,47	36,40	40,72	7,72			1,65			
5	51/61	86			38,44	2,32	48,67	9,11			0,88			
6	55/61	176			19,80	25,10	43,20	9,50			1,93			
7	80/61	176			32,33	4,32	54,24	7,33			1,04			
8	88/61	206			15,57	46,05	26,05	8,00			2,76			
9	18/62	236			34,80	30,80	20,05	13,20			1,01			
10	20/62	236			15,45	52,80	21,00	6,92			2,02			
11	24/62	206			2,92	0,01	69,41	20,31			3,22			
12	28/62	206			5,65	28,60	37,23	25,60			1,56			
13	30/62	206			16,16	20,85	45,41	13,21			4,02			
14	34/62	II			52,47	22,75	14,25	9,20			0,73			
15	35/62	II			18,60	41,55	26,44	10,60			1,84			
16	37/62	I			30,58	0,98	56,54	9,90			1,26			
17	48/62	236			25,14	53,40	10,61	9,10			0,86			
18	50/62	I			4,67	1,50	85,80	5,90			0,65			
19	57/62	236			1,80	5,20	88,48	3,40			0,69			
20	67/62	III			5,60	15,85	64,67	9,10			1,47			
21	74/62	236			4,38	0,01	86,24	7,70			1,04			
22	163/68	593	0,33	31,83	38,06	3,26	33,60	5,02	1,26	0,92	0,82	0,16	ślady	15,94
23	175/68	593	0,56	56,13	49,63	24,37	17,28	3,52	0,89	0,46	0,68	0,19	ślady	1,68
24	177/68	596	0,14	69,81	67,08	25,15	3,39	1,25	0,39	0,06	0,33	0,27	ślady	1,20
25	178/68	595	0,00	40,49	30,17	24,35	21,02	7,41	1,88	0,15	1,05	0,14	ślady	7,12

* Analizy próbek od 1 do 21 wykonał doc. dr Z. Kurzawa, pozostałe natomiast mgr inż. E. Nosek.

narzędzia rzemieślnicze, rolnicze, noże, militaria oraz różnego rodzaju przedmioty użytku codziennego (w tym znaczna część fragmentów przedmiotów nieokreślonych), pochodzące w większości z warstw lub obiektów datowanych na okres od IX do końca X w. Mniej licznie (16 egzemplarzy) reprezentowane są przedmioty z obiektów i nawarstwień z XII - XIV w. Wyniki analiz omówiono kolejno według wyróżnionych wyżej pod względem funkcji grup przedmiotów, głównie wczesnośredniowiecznych, a następnie średniowiecznych, przy czym militaria średniowieczne (4 groty strzał, 2 groty bełtów kuszy, 1 ostroga) omówiono łącznie z tego typu przedmiotami wczesnośredniowiecznymi ze względu na brak wyraźnej różnicy w technologii wykonania.

W produkcji poszczególnych rodzajów narzędzi stosowano na ogół kilka metod technologicznej obróbki metalu, począwszy od najprostszych sposobów — odkuwania przedmiotów z miękkiego ferrytycznego żelaza lub niskowęglowej stali nie poddanych żadnym zabiegom utwardzającym, poprzez technologię nawęglania przedmiotów wykonanych z miękkiego żelaza oraz rzadko występującego wykonywania przedmiotów ze stali półtwardej, aż do technologii zgrzewania pakietów składających się: z dwóch warstw miękkiego żelaza i twardszej stali, stali o różnym stopniu twardości, stali niskowęglowej oraz z miękkiego żelaza. Znaczna część przedmiotów wykonana zarówno z jednego kawałka metalu, jak i ze zgrzanych uprzednio wielu warstw, poddawana była dodatkowo utwardzaniu poprzez obróbkę cieplną.

Stosowanie wyszczególnionych sposobów produkcji wyrobów żelaznych uwarunkowane było przede wszystkim funkcją poszczególnych przedmiotów. Stąd też wśród narzędzi wymagających dużej twardości, odsetek przedmiotów wykonanych prostymi metodami technicznymi był znikomy. Przykładem tego są narzędzia rzemieślnicze, wśród których brak zupełnie okazów wykonanych z miękkiego ferrytycznego żelaza oraz z niskowęglowej stali nie poddanych żadnym zabiegom utwardzającym. Największą grupę (7 egzemplarzy) wśród tego typu narzędzi stanowią przecinaki, z których dwa (w tym nr inw. 1390 fragmentarycznie zachowany, brak części pracującej) odkuto z miękkiego żelaza i następnie utwardzono poprzez nawęglanie. Kolejne dwa przecinaki (nr inw. 93, 1152) wykonano z niskowęglowej stali i po odkuciu utwardzono poprzez nawęglanie i obróbkę cieplną, uzyskując doskonale własności tnące. Pozostałe trzy okazy (nr inw. 83, 122, 1339) odkuto z uprzednio zgrzanych ze sobą kilku warstw stali o różnym stopniu twardości (w jednym przypadku — nr inw. 122 — oddzielnie nawęglonych przed zgrzaniem), które następnie poddano obróbce cieplnej w celu utwardzania. Tak więc, na 6 zbadanych przecinaków 5 wykonano różnymi metodami, wymagającymi dużej znajomości właściwości technicznych metalu i dodatkowo poddano hartowaniu, uzyskując wysoką twardość części pracujących omawianych narzędzi. Pozostałe pojedyncze okazy narzędzi rzemieślniczych, takie jak tłoczek (nr inw. 1153), wykonane zostały z miękkiego żelaza i następnie utwardzone poprzez nawęglanie, bądź też (ciosła — nr inw. 120, kleszcze kowalskie — nr inw. 28) odkute ze zgrzanych ze sobą kilku warstw stali. Przy czym do produkcji

ciosły użyto warstw stali o różnym stopniu twardości, natomiast kleszcze kowalskie odkuto ze zgrzanych pasm stali niskowęglowej. Jedno narzędzie — przebijak (nr inw. 384) wykonano ze stali półtwardej. Na uwagę zasługuje fragment ostrza nieokreślonego narzędzia, prawdopodobnie klina (nr inw. 164) odkutego z miękkiej stali, którego twarde ostrze uzyskano poprzez zgrzanie bocznej nakładki stalowej, poddając je następnie hartowaniu.

Znacznie częściej daje się zauważyć występowanie prostej technologii w produkcji narzędzi rolniczych. Pojedyncze okazy narzędzi wykonano z miękkiego żelaza (koser — nr inw. 43, motyka — nr inw. 1257, styk — nr inw. 868, okucie łopaty — nr inw. 165) lub niskowęglowej stali (sierp — nr. inw. 997) bez śladów dodatkowego utwardzenia. Jednak dość liczne narzędzia tej grupy charakteryzują się bardziej złożoną technologią. Najliczniej zbadane sierpy (6 egzemplarzy) poza jednym egzemplarzem odkutym z niskowęglowej stali, charakteryzuje bądź to technologia odkuwania z miękkiego żelaza utwardzanego następnie poprzez nawęglanie i obróbkę cieplną (nr. inw. 1201), bądź też technologia zgrzewania: dwóch warstw miękkiego żelaza i twardszej stali (nr inw. 587, 1347), w jednym przypadku (nr inw. 587) w formie nakładki posiadającej kształt klina, nałożonej skośnie od ostrza do grzbietu; wielu warstw stali o różnym stopniu twardości (nr inw. 869, 945, 1241), przy czym niektóre okazy (nr inw. 869, 945) poddano obróbce cieplnej oraz z kilku warstw miękkiego żelaza po odkuciu nawęglonego (nr inw. 186). Podobnie ma się rzecz w przypadku koserów zbadanych w 5 egzemplarzach, które poza wspomnianym okazem odkutym z miękkiego żelaza wykonane zostały innymi technikami, mianowicie poprzez odkucie ze stali półtwardej (nr inw. 561), zgrzewanie dwuwarstwowe miękkiego żelaza z niskowęglową stalą (nr inw. 135 — jedyny przypadek stosowania tej technologii w produkcji przedmiotów żelaznych ze Styrmen) oraz wielowarstwowe niskowęglowej stali (nr inw. 21). Ten ostatni okaz po odkuciu utwardzono poprzez obróbkę cieplną. Poza wymienionym wyżej stykiem odkutym z miękkiego żelaza, dwa pozostałe narzędzia tego typu posiadały odmienną technologię. Styk nr inw. 1149 wykonany był z miękkiego żelaza i następnie nawęglony, natomiast styk nr inw. 1245 odkuty został z kilku zgrzanych ze sobą warstw stali o różnym stopniu twardości. Tę samą technologię reprezentuje półkosek (nr inw. 989). Dwa zbadane egzemplarze styków wachlarzowatych odkuto: nr inw. 987 z miękkiego żelaza utwardzonego następnie poprzez nawęglanie; nr inw. 1005 o odmiennej formie i być może funkcji, z kilku zgrzanych uprzednio warstw miękkiego żelaza. Jedna z dwóch zbadanych, w całości zachowana radlica (nr inw. 1065) wykonana została z miękkiego żelaza i następnie utwardzona poprzez nawęglanie i obróbkę cieplną, druga natomiast fragmentarycznie zachowana (nr inw. 331), z dwóch zgrzanych ze sobą warstw miękkiego żelaza.

Technologia 25 zbadanych wczesnośredniowiecznych noży ze Styrmen, zróżnicowana, podobnie jak w omawianych wyżej grupach narzędzi, reprezentowana jest w 56% poprzez zgrzewanie metodą pakietowania wielu warstw metalu w przewodzie o różnych właściwościach technicznych. Najczęściej

spotykaną technologią jest zgrzewanie wielowarstwowe miękkiego żelaza z twardszą stalą (6 egzemplarzy). Spośród tej grupy technologicznej 3 noże (nr inw. 33, 44, 958) odkuto ze zgrzanych na przemian wielu warstw miękkiego żelaza i twardszej stali, 2 noże (nr inw. 139, 967) zgrzano z trzech warstw: środkowej żelaznej stanowiącej korpus z dwoma bocznymi stalowymi (nr inw. 967), w drugim przypadku natomiast (nr inw. 139) miękki korpus żelazny zgrzano z dwoma warstwami stalowymi stanowiącymi grzbiet i ostrze noża. Wreszcie ostatni z tej grupy nóż (nr inw. 990) zgrzano z uprzednio przygotowanych pakietów: z poszczególnych warstw miękkiej stali oddzielnie nawęglonych oraz warstw twardszej stali. Spośród 6 omawianych noży 5 poddano obróbce cieplnej w celu zwiększenia ich twardości. Dalsze dwa egzemplarze (nr inw. 11, 865) charakteryzują się techniką zgrzewania z dwóch warstw — miękkiego żelaza z twardszą stalą, przy czym nóż (nr inw. 865) utwardzono przez obróbkę cieplną.

Stwierdzono również 5 okazów wykonanych ze zgrzanych ze sobą warstw wyłącznie niskowęglowej stali, (w tym 1 — nr inw. 334 posiadający warstwy wygięte w przekroju poprzecznym w kształcie litery S) wykazujące lokalne nawęglanie oraz 1 nóż (nr inw. 1261) odkuty ze zgrzanych ze sobą warstw wyłącznie miękkiego żelaza. Jeden z noży stalowych (nr inw. 1114) charakteryzujący się strukturą o budowie Widmannstättena poddano obróbce cieplnej, uzyskując wysoką twardość (750 kG/mm^2) oraz doskonale własności tnące. Łącznie na 13 noży, charakteryzujących się technologią zagrzewania, 7 poddano dodatkowemu utwardzaniu ostrzy poprzez obróbkę cieplną.

Technologia odkuwania z jednego kawałka metalu zachodzi u 44% zbadanych noży, wśród których stwierdzono 5 okazów odkutych z miękkiego żelaza oraz 4 noże z niskowęglowej stali, w tym 1 stalowy (nr inw. 881) oraz 2 noże żelazne (nr inw. 248, 354) nawęglono, przy czym ostatni nawęglony nóż żelazny dodatkowo utwardzono poprzez obróbkę cieplną, natomiast pozostałe okazy nie zostały poddane żadnym zabiegom utwardzającym. Dwa noże wykonano ze stali półtwardej, z których jeden (nr inw. 1258) również poddano obróbce cieplnej.

Wśród zbadanych przedmiotów, wchodzących w skład uzbrojenia i oporządzenia jeździeckiego, największą liczbę reprezentują groty strzał (24), z których jedynie 4 odkuto z miękkiego żelaza, nie poddając ich dalszym zabiegom utwardzającym, 8 odkuto z miękkiego żelaza i następnie utwardzono poprzez nawęglanie. W jednym przypadku (nr inw. 507), typ 75/76¹¹ stwierdzono, że grot po nawęgleniu poddany został dodatkowo utwardzeniu poprzez obróbkę cieplną, co wydaje się funkcjonalnie uzasadnione, gdyż tego typu groty służące głównie do przebijania pancerzy lub kolezugi wymagały stosunkowo dużej twardości. Znaczna część badanych grotów (8 okazów) odkuta została

¹¹ Oznaczenia typologiczne dotyczące elementów uzbrojenia występujące w tekście oraz w tabeli III zaczerpnięto z pracy Z. Kurnatowskiej, *Elementy uzbrojenia i oporządzenia jeździeckiego z wczesnośredniowiecznego grodziska w Styrmen w Bułgarii*, Sl. Ant., XX, 1973, s. 99.

Tabela 2. Zestawienie technologii wykonania narzędzi i przedmiotów użytku codziennego ze Styrmen

Nazwy przedmiotu	Miękkie żelazo	Żelazo nawęglone	Stal niskowęglowa	Stal półtwarda	Stal twarda	Zgrzewanie						Razem	Chronologia
						dwuwarstwowe		wielowarstwowe					
						miękkiego żelaza i twardszej stali	miękkiego żelaza ze stałą niskowęglową	miękkiego żelaza i twardszej stali	stali o różnym stopniu twardości	stali niskowęglowej	żelaza		
Przecinaki		2	(2)	1						(3)		7(5)	Wczesne średniowiecze (IX/X w.)
Przebijak												1	
Tłoczek		1										1	
Ciosła								1				1	
Ostrze narzędzia								(1)				(1)	
Kleszcze kowalskie										1		1	
Sierpy		(1)	1	1		2			3 (2)		1	8 (3)	
Kosery	1						1	(1)		1		5 (1)	
Półkosek									1			1	
Radlice		(1)									1	2 (1)	
Motyka	1											1	
Styki	1	2									1	6	
Okucie łopaty	1											1	
Noże	3	2 (1)	4 (1)	2 (1)		2 (1)		6		5 (1)	1	25 (10)	
Kabłak	1											1	
Szpila z kółkiem										1		1	
Guz ozdobny										1		1	
Gwóźdź			1									1	
Okucie											1	1	
Klucz	1											1	
Obręcz									1			1	
Fragmenty przedmiotów nieokreślonych	5	1	2	1					1		3	13	
Noże		(1)			1							5 (2)	
Świdry												(2)	
Motyka												1	
Krzesiwo									1			(1)	

Uwaga: W nawiasach podano liczbę przedmiotów utwardzanych poprzez obróbkę cieplną; 2* noże średniowieczne zgrzane z 3 warstw – twardszej stalowej wkładki pomiędzy dwoma prętami wykonanymi z miękkiej stali.

z niskowęglowej stali. Ostatnią grupę technologiczną reprezentują 4 groty odkute z kilku zgrzanych ze sobą metodą pakietowania warstw: miękkiego żelaza (1), stali niskowęglowej (1), stali o różnym stopniu twardości (1) oraz miękkiego żelaza i twardszej stali (1). W skład pozostałych przedmiotów związanych z uzbrojeniem, objętych badaniami metaloznawczymi, wchodzi następujące zabytki: 3 jelicie szabli, 3 czekany, 5 ostróg oraz 2 groty bełtów kuszy. Jeden z jelicie szabli (nr inw. 1010) odkuto ze stali, pokrywając następnie jego zewnętrzną powierzchnię stopem miedzi. Pozostałe jelicie wykonano: (nr inw. 205) z miękkiego żelaza oraz (nr inw. 215) z dwóch zgrzanych ze sobą części stalowych wykazujących lokalne nawęglanie. Czekany (nr inw. 499, 1066) odkuto na gorąco, w tym jeden (nr inw. 1066) z dwóch zgrzanych ze sobą kawałków żelaza i stali, ostrze nawęglono i następnie ulepszono cieplnie. W trzecim zbadanym czekanie (nr inw. 1148), odkutym z miękkiego żelaza, stwierdzono brak utwardzania; fragment powyższy nie ma jednak ostrza — części poddawanej na ogół nawęglaniu i obróbce cieplnej. Ostrogi w 4 przypadkach odkuto z miękkiego żelaza, przy czym na dwóch fragmentach zaobserwowano ślady utwardzania: ostroga (nr inw. 1239) miała nawęglony kolec, natomiast ostroga (nr inw. 404) odkuta została z kilku części połączonych następnie nitowaniem. Na końcu jednej z nich stwierdzono ślady zgrzewania ze sobą dwóch warstw systemem pakietowania. Ostrogę powyższą po odkuciu poddano obróbce cieplnej. Groty bełtów kuszy odkuto na gorąco: (nr inw. 522) z miękkiego żelaza oraz (nr inw. 427) ze stali półtwardej. Ten ostatni grot utwardzono poprzez nawęglanie.

Pozostałe różnego rodzaju przedmioty użytku codziennego oraz fragmenty nieokreślonych przedmiotów żelaznych odkuto: 7 z miękkiego żelaza, w tym kablak (nr inw. 32) i klucz (nr inw. 1196); 1 z miękkiego żelaza nawęglonego; 3 przedmioty, w tym gwóźdź (nr inw. 279), ze stali niskowęglowej i ze stali półtwardej; 2 przedmioty, w tym obręcz (nr inw. 1294), ze zgrzanych ze sobą warstw stali o różnym stopniu twardości; 5 przedmiotów, w tym szpila z kółkiem (nr inw. 171), okucie (nr inw. 198) odkuto ze zgrzanych warstw miękkiego żelaza. Ozdobny guz stalowy (nr inw. 166) wykonano z dwóch odkutych uprzednio części, przylutowanych następnie za pomocą miedzi.

Na podkreślenie zasługuje technika wykonania 5 noży średniowiecznych (nr inw. 1068, 1096, 1102, 1305) wyraźnie odbiegająca od technologii noży wczesnośredniowiecznych. Nóż (nr inw. 1305) odkuty został z miękkiego żelaza i następnie nawęglony. W dalszej kolejności nóż ten poddano hartowaniu w połączeniu z tzw. odpuszczaniem, polegającym na zanurzeniu ostrza w cieczy chłodzącej i wyjęciu przed całkowitym ostygnięciem, pozwalając na ponowne nagrzanie się ostrza do temperatury około 300°C za pomocą ciepła przechodzącego z części nie ostudzonej. Po czym całe narzędzie ochładzano. Dzięki tym zabiegom uzyskano wysoką twardość (715 kG/mm²) i jednocześnie odporność na ścieranie oraz doskonałe własności tnące ostrza. Nóż (nr inw. 1096) silnie zniszczony przez korozję wykonany został z twardej stali o zawartości węgla 1%. Pozostałe dwa noże (nr inw. 1068, 1102) wykonano poprzez zgrzanie

Tabela 3

Zestawienie technologii wykonania elementów uzbrojenia ze Styrmén

	Typ	Ramy chronologiczne typu	Mięk- kie żelazo	Żelazo nawę- glone	Stal nisko- węglo- wa	Stal pół- twar- da	Zgrza- nie
Groty strzał	X	VIII - XII w.			1		
	38	VIII - IX w.					1
	39	VIII - IX w.	1				
	40	X - XIII w.		3	2		1
	40/2	poł. XII - poł. XIII w.		1			
	41/1	VIII - poł. XI w.	1				1
	44/1	IX - XI w.	1				
	52	VIII - XIII w.		1			
	55	IX - XI w.					1
	62/2	VIII - poł. XI w.			2		
	65	XIII w.			1		
	Y	VIII - X w.		1			
	75/76	XI - XIII w.		(1)			
	78	IX - X w.	1				
	93	poł. IX - XIII w.			1		
94	XII - poł. XIII w.			1			
Jelce szabli		poł. IX - poł. XI w.	1		1		1
Czekany		poł. VII - XI w.	1	(1)			(1)
Ostrogi		VIII w.	1				(1)
		IX w.	1	1			
		poł. XIII - poł. XIV w.	1				
Groty bełtów kuszy	18	XII - XIII w.	1			1	

Uwaga: W nawiasach ujęto przedmioty poddane obróbce cieplnej.

twardej wkładki stalowej stanowiącej ostrze, pomiędzy dwiema warstwami stali miękkiej. Ostatni z wymienionych dwóch noży poddano obróbce cieplnej. Przedstawione wyżej sposoby produkcji noży średniowiecznych nie mają odpowiednika w technologii tak noży, jak i innych narzędzi wczesnośredniowiecznych ze Styrmén.

Pozostałe narzędzia średniowieczne reprezentowane są przez 2 świdry (nr inw. 429, 500), krzesiwo (nr inw. 540) i motykę (nr inw. 1231). Zarówno świdry, jak i krzesiwo poddane były ulepszeniu cieplnemu i miały wysoką twardość. Krzesiwo oraz jeden ze świdrów (nr inw. 429) wykonane były z jednego kawałka metalu. Natomiast drugi świder odkuto z dwu zgrzanych ze sobą części metalu. Motykę wykonano ze stali o strukturze pasmowej i następnie jednostronnie nawęglono.

W podsumowaniu wyników przeprowadzonych badań metaloznawczych na podkreślenie zasługuje fakt występowania wśród badanych przedmiotów różnicowanej technologii obróbki metalu, stosowanej w różnych proporcjach

Tabela 4

Zestawienie procentowe technologii wczesnośredniowiecznych przedmiotów żelaznych ze Styrmien

Rodzaj narzędzi	Miękkie żelazo	Żelazo na-węglone	Stal nisko-węglowa	Stal pół-twarda	Zgrzewanie				Razem	Obróbka cieplna
					miękkiego żelaza i twardszej stali	stali o różnym stopniu twardości	stali niskowę-glowej	miękkiego żelaza		
Narzędzia rzemieślnicze	—	25	17	8	—	42	8	—	100	50
Narzędzia rolnicze	17	17	4	4	17	25	4	12	100	21
Noże	12	8	17	8	34	—	17	4	100	38
Militaria	27	27	23	—	7	7	7	2	100	14
Inne	35	5	15	5	—	10	5	25	100	—

w poszczególnych, wyróżnionych pod względem funkcji grupach narzędzi rzemieślniczych, rolniczych, noży, militariów oraz różnego rodzaju przedmiotów użytku codziennego. Rozkład procentowy poszczególnych metod technologicznych przedstawiony w tabeli 4, wskazuje na koncentrację technologii wielowarstwowego zgrzewania na przemian miękkiego żelaza i twardszej stali lub stali o różnej zawartości węgla wśród grup narzędzi wymagających stosunkowo dużej twardości, mianowicie narzędzi rzemieślniczych, rolniczych i noży. Dzięki tego rodzaju technice określanej w literaturze mianem pakietowania, polegającej na zgrzewaniu w odpowiedniej temperaturze starannie oczyszczonych z wtrąceń żużla poszczególnych warstw metalu, uzyskiwano dobrą ciągliwość i sprężystość narzędzia. Na zaawansowaną technologię wykonania powyższych grup narzędzi wskazuje też pokaźna liczba przedmiotów poddawanych dodatkowo utwardzaniu poprzez obróbkę cieplną, wśród których narzędzia rzemieślnicze zahartowano w 50%, noże w 38% oraz narzędzia rolnicze w 21%. Potwierdzenie wniosku na temat celowego stosowania bardziej zaawansowanej technologii, zarówno w produkcji wyszczególnionych wyżej grup narzędzi, jak i innych przedmiotów wymagających stosunkowo dużej twardości, stanowią badania R. Pleinera¹² nad techniką kowalstwa u Słowian, przeprowadzone głównie na podstawie analiz metalograficznych zabytków pochodzących z terenów Czechosłowacji, Polski i Rusi.

Najprostszą technologię, odkuwania z jednego kawałka miękkiego ferrytycznego żelaza lub niskowęglowej stali, bez żadnych dodatkowych zabiegów utwardzających, stwierdzono u stosunkowo niewielkiego odsetka narzędzi, i to wyłącznie rolniczych oraz w 3 przypadkach noży. Porównanie z technologią narzędzi rzemieślniczych, wśród których całkowicie brak okazów odkutych z miękkiego metalu sugeruje mniejsze zapotrzebowanie na narzędzia rolnicze bądź noże o wysokich właściwościach technicznych.

Sugestię tę zdają się potwierdzać również dane porównawcze, zwłaszcza z terenów Czech i Moraw, gdzie obok narzędzi rolniczych o technologii zaawansowanej wystąpiły również sierpy, kosery, okucia łopat, a nawet radlice charakteryzujące się prostą techniką wykonania¹³. Nie można jednak wykluczyć w narzędziach wykonanych z miękkiego żelaza lub niskowęglowej stali, a zwłaszcza współwystępujących z narzędziami tego typu o technologii bardziej zaawansowanej, stosowania utwardzania poprzez nawęglanie lub obróbkę cieplną, którego ślady mogły zostać zniszczone przez zużycie, korozję, lub wyżarzenie¹⁴.

¹² R. Pleiner, *Staré evropské kovářství*, Praha 1962, s. 182 - 183; tenże, *Die Technologie des Schmiedes in der Großmährischen Kultur*, Slovenská Archeologia, t. XV, 1967 z. 1, s. 86 - 87, 93.

¹³ R. Pleiner, *Staré evropské kovářství...* s. 146 - 149; tenże, *Die Technologie des Schmiedes...*, s. 86 - 87.

¹⁴ Z. Głowacki, W. Łosiński, *Badania metaloznawcze noży z wczesnośredniowiecznego cmentarzyska w Młodzikowie pow. Środa*, Fontes Arch. Posn. XI, 1960, s. 168; Z. Głowacki, *Uwagi na temat technologii wykonania zabytków metalowych z XI - XIII w.*

Odkuwanie przedmiotów z miękkiego metalu stanowi dominujący typ technologii w produkcji różnego rodzaju przedmiotów użytku codziennego, takich jak: okucia, klucze, kabłąki, gwoździe oraz w produkcji militariów, głównie grotów strzał. Wskazuje to na celowe ograniczenie stosowania bardziej doskonałych zabiegów utwardzających w przypadku masowo produkowanych przedmiotów, a zwłaszcza grotów strzał, nie wymagających tak silnego utwardzania jak narzędzia. Wydaje się, iż do produkcji wspomnianych wyżej przedmiotów oraz grotów strzał, charakteryzujących się niekiedy technologią zgrzewania kilku warstw wyłącznie niskowęglowej stali lub miękkiego żelaza, spożytkowano przygotowany uprzednio drogą pakietowania materiał, nie wykorzystany do dalszego zgrzewania z twardym metalem, używanym później do produkcji narzędzi. Stosowanie bowiem zgrzewania pakietów wyłącznie miękkiego metalu do produkcji danego przedmiotu wymagało niewspółmiernie dużego nakładu pracy w stosunku do uzyskanej niewielkiej twardości. Wydaje się, iż podobnymi względami ekonomicznymi można również wytłumaczyć istnienie technologii zgrzewania miękkiego żelaza z twardą stalą lub warstw stali o różnym stopniu twardości w pojedynczych przypadkach grotów strzał, do produkcji których wykorzystano zgrzane uprzednio części metalu nie nadające się np. ze względu na wielkość do odkuwania narzędzi wymagających dużej twardości¹⁵. Podobne proste procesy technologiczne stosowane były dość powszechnie we wczesnym średniowieczu w produkcji uzbrojenia, a zwłaszcza grotów strzał, jak również i grotów bełtów kuszy. Licznych przykładów dostarczają nam analizy metalograficzne tego typu zabytków z terenów Moraw, Polski i Rusi, gdzie nie stosowano powszechnie zabiegów pozwalających na utwardzanie ostrza¹⁶. Jednakże odnośnie do uzbrojenia z terenu Moraw R. Pleiner sugeruje, iż nomadzkie romboidalne groty strzał produkowano prymitywniejszą technologią z miękkiego pakietowanego żelaza, w przeciwieństwie do typów środkowoeuropejskich — grotów z tulejką i zadziarami wykonanych z miękkiej stali i utwardzonych poprzez obróbkę cieplną¹⁷.

z *Ostrowa Tumskiego w Poznaniu (1953 - 1954)*, w: *Poznań we wczesnym średniowieczu*, t. III, Wrocław — Warszawa 1961, s. 98.

¹⁵ H. Mamzer, *Technologia części uzbrojenia znalezionych na grodzisku w Styrmen okrug Ruse*, Sl. Ant., XX, 1973, s. 128. W pracy tej błędnie określono stosowanie technologii zgrzewania żelaza i stali w produkcji wymienionych elementów uzbrojenia jako wskaźnik zaawansowanej techniki kowalskiej. Bowiem same tylko elementy uzbrojenia, a zwłaszcza groty strzał, nie są w pełni reprezentatywne dla odtworzenia poziomu rozwoju technologii tego rzemiosła. Taki stan rzeczy natomiast, a więc stosowanie podobnej technologii zarówno w produkcji przedmiotów nie wymagających znacznego utwardzania, jak i w produkcji narzędzi, wskazywać może na brak specjalizacji.

¹⁶ R. Pleiner, *Die Technologie des Schmiedes...*, s. 91; J. Piaskowski, *Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego X - XIV w. na podstawie badań metaloznawczych* w: *Gdańsk Wczesnośredniowieczny*, t. II, Gdańsk 1960, s. 59 - 60; Б. А. Колчин, *Черная металлургия и металлообработка в древней Руси*, Материалы и исследования по археологии СССР, т. 32, 1953, s. 144 - 145; tenże, *Kunst staroruskich kowali*, w: *Śladami dawnych kultur. Dawna Ruś*, Warszawa 1957, s. 239.

¹⁷ R. Pleiner, op. cit., s. 91.

Sugestia powyższa oparta jest jednak na znikomej liczbie zbadanych grotów (łącznie 4 egzemplarze). Inaczej ma się rzecz w przypadku pozostałych przedmiotów ze Styrmien związanych z uzbrojeniem, produkowanych niezbyt licznie, niekiedy nawet być może okazjonalnie, bądź też wymagających stosunkowo dużej twardości jak czekany bojowe, gdzie częściej mamy do czynienia z bardziej złożoną technologią.

Ocena techniki kowalstwa w Styrmien oraz ustalenie jakichkolwiek powiązań w jej rozwoju nastrocza poważne trudności z uwagi na całkowity brak bezpośrednich danych porównawczych zarówno pod względem chronologicznym, jak i przestrzennym¹⁸. Wobec czego opierać się możemy na wynikach analiz metalograficznych zabytków pochodzących z innych, stosunkowo odległych obszarów Słowiańszczyzny.

Po przestudiowaniu przedstawionych wyżej danych analitycznych stwierdzono, że najbardziej zaawansowaną technologią stosowaną w produkcji narzędzi wymagających doskonałych własności technicznych, takich jak sprężystość, twardość i odporność na zużycie, była technologia zgrzewania wielu warstw na przemian miękkiego żelaza i twardszej stali lub stali o różnym stopniu twardości w połączeniu z obróbką cieplną, stosowaną równocześnie także przy narzędziach odkutych z jednego kawałka metalu. Stosunkowo najbliższe analogie dla narzędzi wykonanych powyższą technologią posiadamy z terenu Moraw i południowej Słowacji, mieszczące się w ramach czasowych pomiędzy VII w. a początkiem X w.¹⁹, a więc odpowiadające w ogólnych

¹⁸ Na terenie Bułgarii, podobnie jak i w sąsiednich krajach naddunajskich nie prowadzono dotychczas na szerszą skalę badań metaloznawczych zabytków żelaznych. Wyjątek stanowią badania R. Ruseva kilkunastu przedmiotów żelaznych datowanych na XII - XIII w., pochodzących z osady usytuowanej na ruinach miasta trackiego Seutopolis, zalanej obecnie wodami zbiornika im. G. Dymitrowa. Por. P. Русев, *Върху технологията на някои железни предмети от XII - XIII в.*, Археология, III/2, 1961, s. 8 - 14; Й. Чангова, *Средневековното селище над тракийския град Севтополис (XI - XIV век)*, София 1972, s. 75 - 84; opublikowane zostały również wyniki analiz metalograficznych zabytków żelaznych z osady „Selište” z Presławia datowanych na X w. И. Трифонов, С. Караванов, Е. Шанкарева, *Изследване на старо заваръчно желязо*, Годишник на Софийския Университет. Химически Факултет, София 1964, s. 19 - 30; Й. Чангова, *Гражданска постройка в местността „Селище” в Преслав*, Известия на Археологическия Институт, XXXI, 1969, s. 211 - 230 oraz z Novae, Z. Głowacki, *Badania metaloznawcze w: Novae-Sektor Zachodni 1972. Wyniki badań wykopaliskowych ekspedycji archeologicznej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, Prace Wydziału Filozoficzno-Historycznego, Seria Archeologia, nr 8, Poznań 1975, s. 275 - 279, mieszczące się w ramach czasowych między IV a VI w. Są to jednak nieliczne przedmioty (z Novae 6 zabytków), których technika wykonania nie może być wyznacznikiem poziomu tamtejszej technologii.

¹⁹ R. Pleiner, *Die Technologie des Schmiedes...*, passim. Wnioski R. Pleinera wskazujące na szczególnie wysoki poziom techniczny kowalstwa w państwie wielkomorawskim zostały ostatnio zakwestionowane przez J. Piaskowskiego, *Technologie der Eisenherstellung im Großmährischen Reiche. Folgerungen aus den Forschungen von R. Pleiner*, Acta Arch., XI, 1969, s. 111 - 126. Zdaniem J. Piaskowskiego błąd R. Pleinera polegał na tłumaczeniu każdej niejednorodności struktury zgrzewaniem różnych kawałków żelaza i stali lub pakietowaniem. J. Piaskowski sądzi, iż niejednorodność struktury

zarysach chronologii stanowiska wczesnośredniowiecznego w Styrmien. Jednakże stosowanie zgrzewania wielu warstw na przemian miękkiego żelaza i twardszej stali było na terenie Moraw jedną z wielu metod zgrzewania miękkiego metalu z twardszym, używaną głównie do produkcji siekier. Metoda powyższa stanowiła w rozwoju technologii kowalstwa ogniwo poprzedzające występującą tam również technologię trójwarstwowego zgrzewania twardych stalowych wkładek tworzących część pracującą narzędzia pomiędzy dwoma prętami żelaznymi. Podobne sposoby zgrzewania znane były na terenie wczesnośredniowiecznej Polski i Rusi w produkcji wielu narzędzi w okresie od połowy IX w. do końca X w.²⁰, przy czym zgrzewanie trójwarstwowe stosowano przede wszystkim w produkcji noży. Natomiast noże na terenie Moraw charakteryzowały się głównie technologią dwuwarstwowego zgrzewania, twardej stalowej nakładki z żelaznym korpusem²¹. Ten sposób zgrzewania na terenach Polski i Rusi występuje dopiero w okresie X/XI - XIII w., wyznaczając jednocześnie przełom w technologii kowalstwa na tych terenach, kiedy to w miejsce powszechnie stosowanego dotąd nawęglania (VII - X w.) zaczęto szeroko stosować zgrzewanie żelaza i stali, eliminując bardziej skomplikowane sposoby zgrzewania na rzecz technologii uproszczonej²².

Technologia zgrzewania twardej nakładki stalowej z żelaznym korpusem narzędzia poza dwoma przypadkami (fragment nie określonego narzędzia — nr inw. 164, w którym stwierdzono zgrzanie bocznej twardej nakładki stalowej na żelazny korpus oraz fragment sierpa, nr inw. 587) nie jest znana wśród przedmiotów zarówno wczesnośredniowiecznych, jak i średniowiecznych ze Styrmien. Technikę zaś zgrzewania trójwarstwowego stwierdzono w Styrmien dopiero wśród noży średniowiecznych, przy czym twarde stalowe wkładki umieszczano pomiędzy prętami wykonanymi z miękkiej stali. Poza tym w technologii przedmiotów wczesnośredniowiecznych brak stosowania obróbki cieplnej połączonej z tzw. odpuszczaniem, charakteryzującym się celowym obniżaniem twardości narzędzia na rzecz jego większej sprężystości i odporności na zużycie. Ten sposób hartowania pojawia się w Styrmien, podobnie jak i trójwarstwowe zgrzewanie, również dopiero w średniowieczu²³.

w wielu przypadkach powstała wyłącznie w wyniku nierównomiernego nawęglania pierwotnego. Por. na ten temat dyskusję J. Piaskowskiego z R. Pleinerem zamieszczoną w *Acta Arch.*, XII, 1971, s. 107 - 159; oraz J. Piaskowski, *Kryteria określania technologii wyrobów z żelaza dymarskiego*, *Arch. Polski*, XVII, 1972, s. 7 - 45.

²⁰ W. Łosiński, *Kowalstwo we wczesnośredniowiecznym Kołobrzegu*, w: W. Łosiński, E. Tabaczyńska, *Z badań nad rzemiosłem we wczesnośredniowiecznym Kołobrzegu*, Poznań 1959, s. 40; tenże, *Z badań nad przemianami gospodarczymi w starszych fazach wczesnego średniowiecza na Pomorzu Zachodnim*, *Arch. Polski*, XVI, 1971, s. 437 - 438; Б. А. Колчин, *Черная металлургия...*, s. 74 - 75, 81.

²¹ R. Pleiner, *Die Technologie...*, s. 92.

²² W. Łosiński, *Kowalstwo...*, s. 46; Z. Głowacki, W. Łosiński, op. cit., s. 117; J. Piaskowski, *Technika gdańskiego hutnictwa...*, s. 64; Б. А. Колчин, op. cit., s. 81.

²³ Analogiczną technologię zgrzewania trójwarstwowego stwierdzono na terenie Bułgarii w produkcji noży pochodzących z osady usytuowanej w rejonie zbiornika wodne-

W wyniku przedstawionych powyżej danych porównawczych, a zwłaszcza z terenów Moraw i południowej Słowacji należących, podobnie jak i Styrmen, do południowej strefy kulturowej związanej z silnymi wpływami kultury bizantyjskiej i poprzedzającej ją kultury prowincjonalnorzymskiej, przyjąć można, iż gród styrmeński nie należał do ośrodków wysoko rozwiniętych gospodarczo, czego wyznacznikiem byłby m. in. szeroki rozwój technologii produkcji przedmiotów żelaznych, z jakim mamy do czynienia np. na terenie państwa wielkomorawskiego, gdzie można dopatrywać się istnienia odrębnych specjalizacji w ramach samej tylko produkcji sprzętu żelaznego²⁴. Całkowity brak analiz metaloznawczych z terenów Bułgarii zarówno dla wczesnego średniowiecza, jak i okresów poprzedzających, utrudnia ocenę poziomu produkcji kowalskiej na tle innych współczesnych obiektów, uniemożliwiając jednocześnie pełne wyjaśnienie powiązań genetycznych w rozwoju technologii kowalstwa na terenie Bułgarii we wczesnym średniowieczu. Stąd też istniejący w literaturze pogląd²⁵ na temat kontynuacji we wczesnym średniowieczu antycznych tradycji w zakresie metalurgii, zwłaszcza na terenach naddunajskich, objętych poprzednio kulturą prowincjonalnorzymską, nie jest w pełni uzasadniony. Opiera się on wyłącznie na szeregu danych pośrednich. Podstawą jest tu przede wszystkim fakt, iż omawiany obszar był objęty kulturą prowincjonalnorzymską, której bogate tradycje weszły w późniejsze ugrupowania kulturowe ludności zamieszkującej te tereny, a zatem nie można ich wykluczyć również w dziedzinie metalurgii, stanowiącej jedną z podstawowych gałęzi gospodarki. Przykładem tego są różne typy narzędzi wczesnośredniowiecznych z terenów Bułgarii, nawiązujące bezpośrednio — pod względem zewnętrznego kształtu — do narzędzi szeroko rozpowszechnionych w okresie rzymskim²⁶. W dalszej kolejności, uwzględniając technologię produkcji sprzętu żelaznego z zachodnioeuropejskich prowincji rzymskich²⁷, charakteryzującą się zgrzewaniem żelaza i stali oraz wysoki rozwój tej technologii na terenach państwa wielkomorawskiego, podlegającego silnym infiltracjom z obszarów Europy południowej, można było pokusić się o postawienie hipotezy na temat znajomości tej technologii również w naddunajskich prowincjach rzymskich. Później przejęło ją wiele ugrupowań kulturowych (w tym również Słowianie), stosowano ją też we wczesnym średniowieczu. Częściowym potwierdzeniem tego poglądu może być występo-

go im. G. Dymitrowa, datowanej na XII - XIII w. (P. Русев., op. cit., s. 11). Natomiast brak tutaj, podobnie jak i w Styrmen, nagrzewania nakładki stalowej na żelazny korpus.

²⁴ R. Pleiner, *Die Technologie...*, s. 115.

²⁵ J. Eisner, *Základy kovářství v době hradištní v Československu*, Sl. Ant., I, 1948, s. 370; R. Pleiner, *Staré evropské kovářství...* s. 133, 231; tenże, *Die Technologie...*, s. 112.

²⁶ И. Чангова, *Средновековни оръдия на труда в България*, Известия на Археологически Институт, т. XXV, 1962, 46.

²⁷ E. Salin, *La civilisation mérovingienne*, t. III, Paris 1957, s. 27, 57 - 72.

wanie technologii zgrzewania żelaza i stali we wczesnym średniowieczu w Styrmie²⁸.

Pogląd ten pozostanie jednak w sferze hipotez do momentu przeprowadzenia analiz metaloznawczych zabytków pochodzących z terenu Bułgarii oraz z sąsiednich krajów naddunajskich zarówno z wczesnego średniowiecza, jak i z okresów wcześniejszych. Obiekt osadniczy w Styrmie bowiem, jedyny poza średniowieczną osadą G. Dymitrow na terenach Bułgarii, gdzie przeprowadzono badania nad technologią produkcji żelaza, a poza tym, jak stwierdzono wyżej, należący do przeciętnie rozwiniętych gospodarczo²⁹, nie upoważnia do uogólnień tak na temat kontynuacji we wczesnym średniowieczu technologii zgrzewania żelaza i stali z naddunajskich ośrodków prowincjonalnorzymskich, jak i na temat nieco mniej zaawansowanej techniki produkcji żelaza we wczesnym średniowieczu na tych obszarach, na co wskazywać mogłyby dane porównawcze. Aczkolwiek biorąc pod uwagę burzliwy okres kształtowania się tamtejszych społeczeństw związany z wędrowkami i licznymi najazdami ludów germańskich, tureckich i słowiańskich, nie można wykluczyć zahamowania rozwoju gospodarczego na omawianych terenach.

Wobec powyższego nasuwa się kolejny problem związany z pochodzeniem i przenikaniem na tereny wczesnośredniowiecznej Bułgarii, jak i na inne obszary, technologii zgrzewania żelaza i stali. Technologia ta, jak wiadomo, wymagająca dobrego opanowania znajomości techniki kowalskiej nie miała takich możliwości rozprzestrzeniania się, jak zewnętrzne kształty narzędzi. Ponadto dane historyczne i etnograficzne wskazują, że tajniki produkcji nie były szerzej upowszechnione przez reprezentantów tej gałęzi rzemiosła, posiadających przy tym pozycję wyjątkowo uprzywilejowaną w społeczeństwie³⁰. Stąd też zakładając, że głównymi punktami, z których rozprzestrzeniła się technologia zgrzewania żelaza i stali, były rozwinięte ośrodki antyczne, rozwiązanie tego zagadnienia miałyby szczególne znaczenie w problematyce kontaktów, zwłaszcza bezpośrednich, pomiędzy różnymi kręgami kulturowymi a Imperium Rzymskim³¹. Z drugiej strony natomiast, ograni-

²⁸ A. Dymaczewski, *Quelques problèmes du développement économique de la Bulgarie du nord-est à la période du Haut Moyen Âge sur la base des fouilles effectuées à Styrmie de 1961 - 1964*, w: *I Międzynarodowy Kongres Archeologii Słowiańskiej*, t. V, Wrocław—Warszawa—Kraków 1970, s. 65; tenże, *Die frühmittelalterliche Siedlung von Stürmen in Nordostbulgarien*, *Balcanoslavica*, 2, 1974, s. 24; W. Hensel, *U źródeł kultury Słowian wieków VI - X*, w: tegoż, *Archeologia i prahistoria. Studia i szkice*, Wrocław—Warszawa—Kraków—Gdańsk 1971, s. 162; tenże, *Wieś i miasteczko średniowiecznej Bułgarii. Styrmie pod Białą w okręgu Ruś*, tamże, s. 300.

²⁹ Por. przypis 28.

³⁰ Б. А. Рыбаков, *Ремесло древней Руси*, Москва - Ленинград 1948, s. 132 i n.; R. Pleiner, *Staré evropské kovářství...*, s. 185; Szerzej na temat trudności w przejmowaniu i wykorzystywaniu obcych osiągnięć w technice produkcji por. S. Czarnowski, *Dziela*, t. I, Warszawa 1956, s. 122 - 131.

³¹ Swego rodzaju ilustrację tego zagadnienia stanowią znaleziska przedmiotów żelaznych z terenów Polski, głównie miecze uznane za importy rzymskie. Charakteryzują

czone możliwości rozprzestrzeniania się technologii sprzętu żelaznego nie pozwalają wykluczyć poglądu na temat pochodzenia i rozwoju technologii zgrzewania żelaza i stali również na różnych obszarach, niezależnie od siebie, w wyniku postępu wewnętrznego.

TECNOLOGIE DE LA PRODUCTION D'OBJETS DE FER PROVENANT DE STÄRMEN SUR LA YANTRA (BULGARIE)

par

HENRYK MAMZER (Poznań)

Résumé

L'article contient l'étude des résultats des recherches concernant les vestiges de la production du fer, trouvés dans le castrum de Stärmén qui date du haut Moyen-Âge. On y a découvert des traces, relativement effacées, d'une production métallurgique intense, sous la forme de deux fourneaux de soufflerie et d'une quantité importante de scories se trouvant dans leur proximité. Les analyses chimiques des scories permettent de déduire que pour la fonte on utilisait de la limonite contenant une forte dose de phosphore.

L'examen des méthodes technologiques de forgeage a fourni des données intéressantes. On a pu constater notamment que dans la fabrication d'objets, tels que: outils d'artisan, outils agricoles, couteaux, armes, utensiles d'utilité quotidienne, des méthodes technologiques diverses, variant d'un cas à l'autre au point de vue des proportions utilisées, furent employées pour le traitement du métal.

La réparation du pourcentage dans les différentes méthodes technologiques présentées sur le tableau 4, décèle l'application de la méthode de forgeage la plus avancée. A l'aide du feu, plusieurs couches de fer doux, plus malléable, et d'acier plus dur ou d'acier contenant plus ou moins de charbon, étaient travaillées à tour de rôle — pour la fabrication d'outils, surtout d'outils exigeant un degré de durcissement relativement haut: outils d'artisan, plus rarement outils agricoles ou couteaux. Un grand nombre de ces objets étaient en plus travaillés à chaud pour durcir davantage. Les outils d'artisan étaient trempés à 50%, les couteaux à 38%, les outils agricoles à 21%.

La technologie la plus simple — façonnage à partir d'un bloc de ferrite ou d'acier à faible dose de charbon — n'a été constatée que dans un petit nombre d'outils, agricoles uniquement et dans des couteaux. Cette méthode ne fut pas utilisée dans la production d'outils d'artisan. Elle domine cependant dans la production d'objets d'utilité quotidienne: ferrures, clefs, clous, barres de fer cintrées et aussi dans la fabrication d'armes, surtout des flèches. Ceci prouve qu'on limitait volontairement les technologies plus compliquées

się one skomplikowaną technologią zgrzewania określaną mianem „dziwierowania”. Natomiast w produkcji wyrobów miejscowych procesy nawęglania, a tym bardziej zgrzewania należą do niezwykle rzadko spotykanych w okresach późnolateńskim i wpływów rzymskich (J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania starożytnych przedmiotów żelaznych z woj. łódzkiego*, Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa, t. XII, 1968, s. 21 i n.). W tym wypadku można domyślać się istnienia kontaktów raczej pośrednich, w wyniku których możliwości przejmowania oraz korzystania z obcych osiągnięć w dziedzinie technologii były ograniczone.

de durcissement et ne les utilisait pas lorsqu'il s'agissait d'objets fabriqués en masse qui n'exigeaient pas un degré de trempe aussi haut que les outils.

Les données comparatives indiquent que le centre de Starmen n'appartenait pas aux centres de forgeage bien développés au point de vue technologique. Pour le prouver, il suffit de citer la Moravie et la Slovaquie où, à la même époque, on se servait de technologies inconnues à Starmen avant le Moyen-Age (forgeage à feu de 3 couches de barres d'acier dur entre deux baguettes de fer et traitement à chaud spécial). Il nous manque aussi des connaissances concernant le problème de la continuation pendant le haut Moyen-Age de l'antique technologie du traitement à chaud du fer et de l'acier, employée à cette époque sur les terrains des anciennes provinces romaines occidentales.