

GELEŽIES GAMYBOS LIETUVOJE APŽVALGA

JONAS STANKUS

Kalbant apie geležies gamybą Lietuvoje priešistoriniais ir iš dalies istoriniais laikais, būtina aptarti konkrečią šią gamybą liečiančią medžiagą: žaliavos (balų rūdos) telkinius, kūrą, geležies lydymo krosneles (rudnias), išlydytos geležies žaliavą – geležies krites ir paliesti rašytinius šaltinius, kurie bent iš dalies liudija buvus vietinę geležies gamybą.

Geležies gamybai Lietuvoje skirta pakankamai dėmesio, šiuo klausimu paskelbta nemažai įvairių publikacijų.

BALŲ GELEŽIES RŪDA

Balų geležies rūdos telkinių Lietuvoje aptinkama daugelyje vietovių. Dar XIX a. viduryje, žvalgant Lietuvos gamtą Kauno ir Vilniaus gubernijose, balų geležies rūdos telkinių aptikta netoli Žagarės, prie Mūšos, Lėvens, Minijos, Ventos, Šventosios, Nemuno ir kt., kur jos randama po dirvožemiu beformiais gabalais (Материалы, 1858, c. 113; 1861, c. 263–264). Balų geležies rūdos esama Kazlų Rūdoje, Višakio Rūdoje, Jūrės Rūdoje, Mockavos Rūdoje ir Rudnioje (Trakų apsk.) (Jodelė, 1921, p. 471). 1925 m. geologinės ekspedicijos metu netoli Mociškių geležinkelio stotelės (Pagėgių valsč.) ūkininko Budrio ir jo kaimyno žemėje buvo aptikti velėnų geležies rūdos, esančios tuoj po dirvožemiu, židiniai (Dalinkevičius, 1927, p. 93). Prieš Pirmąjį pasaulinį karą, savininko žodžiais, ji buvo pristatoma vežimais į Tilžę ir ten brangiai parduodama (Dalinkevičius, 1927, p. 93). Tyrinėtojo teigimu, tos rūdos sudėtis atrodė taip: geležies (Fe) – 29,8 proc., kvarco (SiO₂) – 21,5 proc. (Dalinkevičius, 1927, p. 94). Nurodoma, kad balų geležies rūdos telkinių yra Pietų Lietuvoje, apie Kauną, Vilniuje, apie Gardiną (Sėcsnulevičius, 1940, p. 73), Jiesios krantuose, prie Dubysos tarp Betygalos ir Ariogalos, Akmenos upės slėnyje ties Pašile ir Kaltinėnais, prie Utenos, Zarasų, Molėtų, Papilės, Nemuno (ties Gerdašiais, Nemunaičiu, Skirsnemune), Kuršių Nerijoje (Linčius, 1972, p. 116; 1977, p. 116; Malinauskas, Linčius, 1999, p. 112–114). Tokia rūda yra gele-

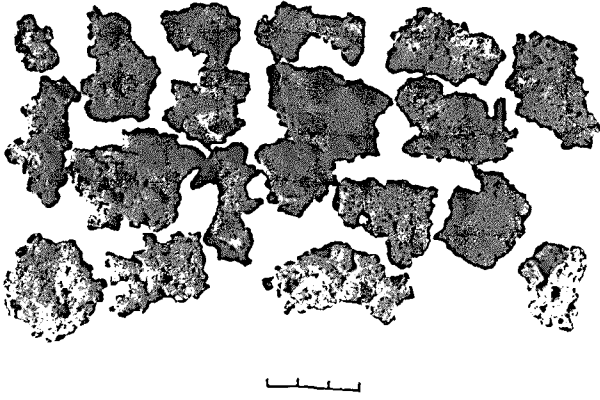
žingos žemės arba konkretijų pavidalo. Jos gausu pelkiniuose dirvožemiuose ir ežeruose (Linčius, 1977, p. 113). A. Linčius nurodo, kad prie Radviliškio bandymų stoties pievoje 10–20 cm gylyje dirvožemyje Fe₂O₃ siekia 43,2 proc. Be limonito, kai kuriose Lietuvos vietose į paviršių išeina sideritas. Nemažas siderito sluoksnis yra susikaupęs prie Ventos ties Papile, kur dar XIX a. 3 dešimtmetyje buvo planuojama įrengti geležies perdūrimo įmonę (Linčius, 1972, p. 120; Vodzinskas, 1983, p. 10). Čia siderite geležies kiekis siekia iki 43,6 proc.

XVI a. rašytiniuose šaltiniuose randama žinių apie paskelbtą karaliaus įsakymą, kuriame liepiama rūpintis geležies gamybos plėtimu iš vietinės žaliavos ir nuolatinį jos pristatymu karaliaus dvarui (Литовская, 1903, c. 622–621). Daugiau rašytinių šaltinių turime iš XVIII a., kuriuose nurodoma ne tik rudnių veikla, bet nurodoma, iš kur imama balų rūda toms rudniams. Taip Tolkove, Zaleščyznoje (Trakų ir Ašmenos r.) drėgnose ir pelkėtose vietose 1 pėdos gylyje randama balų rūdos, kurioje yra iki 50 proc. geležies oksido (Материалы, 1858, c. 113). XVIII a. pabaigoje prie Ūlos upės veikusi rudnia buvo aprūpinama balų rūda, kuri buvo kasama ties Bieliūnais prie Nočios upelio (Lizdenis, 1959, p. 189).

1978 m. tyrinėjant Lavoriškių senovinę gyvenvietę (Vilniaus r.), jos teritorijoje autorius aptiko stambų apie 4 kg sveriantį rūdos gabalą. Stambų pelkių geležies gabalą yra išvertęs traktorius Vilkaviškio r. (Vodzinskas, 1983, p. 10). 1996 m. autoriui tyrinėjant Būtingės–Mažeikių dujų trasą, Kivylių kaime (Skuodo r., Aleksandrijos seniūn.) dirbamoje žemėje, tuoj po armeniu, rasta geležies rūdos konkretijų (pav. 1). Jose Fe₂O₃ kiekis siekia tik 24, 85 proc. (lent. 1). Paprastai geležies lydymui naudota pelkių geležies rūda, kurioje Fe₂O₃ nuo 50 iki 60 proc.

Kaip matome, balų rūdos telkinių Lietuvoje yra daugelyje vietovių, taigi ją panaudoti geležies lydymui vietoje nesudarė jokių sunkumų.

Pelkių, dirvonų geležies rūda buvo kasama vasarą, tačiau ežerų dugnuose esanti rūda buvo kasama



1 pav. Balų rūdos konkrecijos iš Kivylių kaimo (Skuodo r.). R. Mičiūno nuotr.

žiema, kai užšąla ežerai. Šiuo atveju, rūdos kasėjas per eketę lede ilgą kartimį su semtuvu griebdavo rūdą nuo ežero dugno. Taip buvo kasama geležies rūda Švedijoje (Nyquist, 1995, p. 14).

Literatūroje nurodoma, kad prieš lydymą rūda buvo papildomai apdorojama. Kadangi Lietuvoje neturime rašytinės medžiagos apie pelkių rūdos paruošimą lydymui, tai tenka naudotis kaimyninių šalių šaltiniais. Taip A. Gaiduko darbe (Гайдук, 1911, c. 293) nurodoma, kad iškasta pelkių rūda, prieš ją lydant, turėjo praeiti eilę parengiamųjų operacijų. Iš svarbesnių operacijų nurodoma: a. džiovinimas; b. apdeginimas; c. smulkinimas; d. plovimas; e. sijojimas. Svarbiausiomis operacijomis laikoma pelkių rūdos apdeginimas ir plovimas. Pelkių rūda buvo apdeginama atviruose laužuose. Jo tikslas – pašalinti esamas organines medžiagas (dumbliaus, durpes). Plaunant buvo pašalinamas smėlis, žemė ir kitos medžiagos. Šių parengiamųjų operacijų pagrindinis tikslas – kuo labiau apvalyti geležies rūdą nuo pašalinių priemaišų. Kaip buvo pažymėta, geležies kiekis rūdoje kai kur tesiekia 20–30 proc. Taigi, apie 80–70 proc. joje yra įvairių priemaišų. Lydant tiek priemaišų turinčią rūdą, tebtų gautas labai nedidelis geležies kiekis, nes didelė jos dalis patektų į šlaką lydymo proceso metu.

Kaip matyti iš gargažių cheminių tyrimų analizių, lydymo proceso metu apie 40–50 proc. geležies patenka į šlaką (Баїков, 1948, c. 360; Navasaitis, Sveikauskaitė, Selskis, 1999, p. 125).

1 lentelė. Kivylių (Skuodo r.) geležies rūdos cheminės sudėties lentelė.
Analizę atliko dr. A. Sveikauskaitė

Fe	Si	Al	Mn	Ca	Ti	Mg	Ba
15,6	28,2	2,5	0,5	0,1	0	0,1	0
FeOOH	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	TiO ₂	MnO	BaO
24,85	60,2	4,7	0,7	0,2	0,1	0,1	0

Kaip ir kalvėse gaminant geležies dirbinius, taip ir gaivinant pelkių, daugiausia limonitinę, rūdą, pagrindinis kuras buvo medžio anglis. Nors yra duomenų, kad kai kuriuose kraštuose kartais buvo naudojamos ir durpės (Tylecote, 1962, p. 198), tačiau šis kuras plačiau neprigijo, nes jame paprastai būna didelis kiekis sieros ir gaivinant geležies rūdą dalis jos patenka į geležį. Net ir nežymus sieros kiekis menkina geležies kokybę.

Etnografiniais duomenimis, anglis buvo degama iš įvairių medienos rūšių. Anglininkai naudojo ąžuolo, uosio, alksnio, beržo, pušies medieną (Tylecote, 1962). Anglies deginimui mediena buvo ruošiama iš žalių, t. y. nenudžiūvusių, medžių ir nedžiovintos medienos, mat žali medžiai ilgiau anglėdavo, gaudavosi kokybiškesnė anglis. Anglims degti mediena buvo ruošiama nuo birželio 15 d. iki rugpjūčio 15 d., kai nustoja tekėti medžio sultys (Гурин, 1982, c. 23).

Istorinėje literatūroje kalbama apie anglininkus, kaip apie atskirus miško verslininkus (Lietuvos, 1957, p. 196), tačiau, turbūt tie patys anglininkai gamino derivą, degutą, degė pelenus.

Anglis buvo degama žemėje įrengtose duobėse (Колчин, 1953, c. 40) arba sukraunant medieną į krūvas (Гурин, 1982, c. 24). Pirmuoju atveju buvo iškasta 1 x 1,5 m pločio (ar net didesnė) ir 0,4–0,6 m gylio duobė (Бидзиля, Пачкова, 1969, c. 55), į kurią sukraunama ir degama mediena. Tokiose duobėse anglis buvo degama dar XX a. pradžioje Polesėje (Бидзиля, Пачкова, 1969, c. 56). Mediena anglėdavo 3–4 dienas, priklausomai nuo duobėje esančio jos kiekio. Anglis duobėje buvo paliekama iki visiškai ataus.

Apskaičiuota, kad išdegtos anglies kiekis sudarė apie 30–35 proc. sunaudotos medienos tūrio, o pagal svorį – ne daugiau kaip 12 proc. medienos svorio (Колчин 1953, c. 40).

A. Baikovo apskaičiavimu, išlydytos geležies ir lydymui sunaudotos anglies kiekio santykis yra 1:4–1:6, t. y. 1 kg geležies kritei pagaminti reikia apie 4–6 kg (vidutiniškai 5 kg anglies, (Баїков, 1948, c. 361).

Medžio anglies degimo pėdsakų rasta Lieporių neįtvirtintoje gyvenvietėje. Atrodo, kad čia anglis degta specialiai tam iškastoje pailgoje 1 m skersmens duobėje, kurioje gausiai rasta anglies (Salatkienė, 1997, p. 33). Tyrinėtojos manymu, medžio anglis galėjo būti degama

ir 2 dideliuose židiniuose, kuriuose taip pat buvo gausu anglies (Salatkienė, 1997, p. 33). Pagal rastą kitą gyvenvietės medžiagą šiuos anglies degimo būdus galima skirti IV–VIII a. (Salatkienė, 1997, p. 38).

Vėlyvesnio laikotarpio anglies degimo vieta aptikta netoli Žygantiškių kai-

mo (Šalčininkų r., Pabarės sen.). Čia aptiktos 25 anglies degimo vietos, iš kurių 2 iširtos (Vėlius, 2000, p. 391). Tyrinėjimų metu nustatyta, kad medžio anglis buvo degama dideliuose laužuose, kurių skersmuo siekė 10 metrų. Juose rasta nemaža anglies, nesuangležusių rąstelių. Tirtosios degyklos skiriamos XV–XVI a. (Vėlius, 2000, p. 391). Anglininkai, anglies eksportas minimi istoriniuose šaltiniuose (Lietuvos, 1955, p. 222) ir istorinėje literatūroje (Lietuvos, 1957, p. 196). Tačiau, kuro – medžio anglies balų rūdos redukcijai buvo galima pasigaminti pakankamai.

GELEŽIES LYDymo KROSnelės

Kaip buvo pažymėta, vietinę geležies gamybą rodo dalis randamų geležies gargažių. Tačiau akivaizdžiausi geležies gamybos liudininkai yra lydymo krosnelių liekanos.

Šiuo metu Lietuvoje 12-je vietovių surastos 38 geležies lydymo krosnelės. Dalis jų aptarta (Stankus, 1996b). Tirtuose archeologiniuose paminkluose tokių krosnelių nėra gausu, paprastai jų rasta tik po vieną egzempliorių. Tačiau kai kuriuose paminkluose rasta po keletą krosnelių fragmentų: Daubariuose – 2 vnt., Kereliuose – 2 vnt., Lavoriškėse – 2 vnt., Nemenčinėje – 2 vnt. (viena jų labai sunykusi, nėra duomenų apie jos

dydį), Paplienijje – 4 vnt. Daugiausia jų rasta Lieporių neįtvirtintoje gyvenvietėje – 19 vnt. (lent. 2). Iki šiol tai vietovė, kurioje rasta daugiausia geležies lydymo krosnelių. Čia, matyt, buvo nedidelis metalurgijos centras. Ar buvo mūsų didesnių metalurgijos centrų ir kur jie – sunku pasakyti. Kituose Europos kraštuose priešistoriniais laikais stambių metalurgijos centrų žinoma Danijoje Snorupo vietovėje (Voss, 1995, p. 133, 134), kur rasta 1500 geležies lydymo krosnelių, arba Lenkijoje Šventųjų Kryžių kalnuose (Bielenin, 1992), kur rasta net 5359 tokios krosnelės. Paprastai rasta krosnelių apatinių dalių liekanos, tai, kas nesuardyta įdirbant žemę. Išlikę krosnelių fragmentai yra iš Aukštadvario (Daugudis, 1958š), Bakšių (Steponaitis 1997š, p. 32, 33), Imbarės (Daugudis, 1978š, p. 24–25), Kerelių (Grigalavičienė, 1985š, p. 24–27), Kernavės (Ляхтан, 1987), Lavoriškių (Daugudis, 1965š, p. 7; Daugudis, Stankus, 1980, p. 29), Daubarių (Daugudis, 1976š, p. 55–56), Lieporių (Salatkienė, 1996, p. 47–52; 1997, p. 30–38), Nemenčinės (Kulikauskas, 1959, p. 13), Nendriniių (Merkevičius, 1967š, p. 127), Paplienijos (Valatka, 1960š, p. 22–23; 1962š, p. 58–59), Žardės (Genys, 1992, p. 44, 47) gyvenviečių. Minėtosios lydymo krosnelės yra iš I tūkstantmečio ir net XI–XII a. (lent. 2).

Krosnelių liekanos aptiktos 30–75 cm gylyje nuo dabartinio žemės paviršiaus, todėl nenuostabu, kad

2 lentelė. Rastųjų geležies lydymo krosnelių (rudnių) duomenys

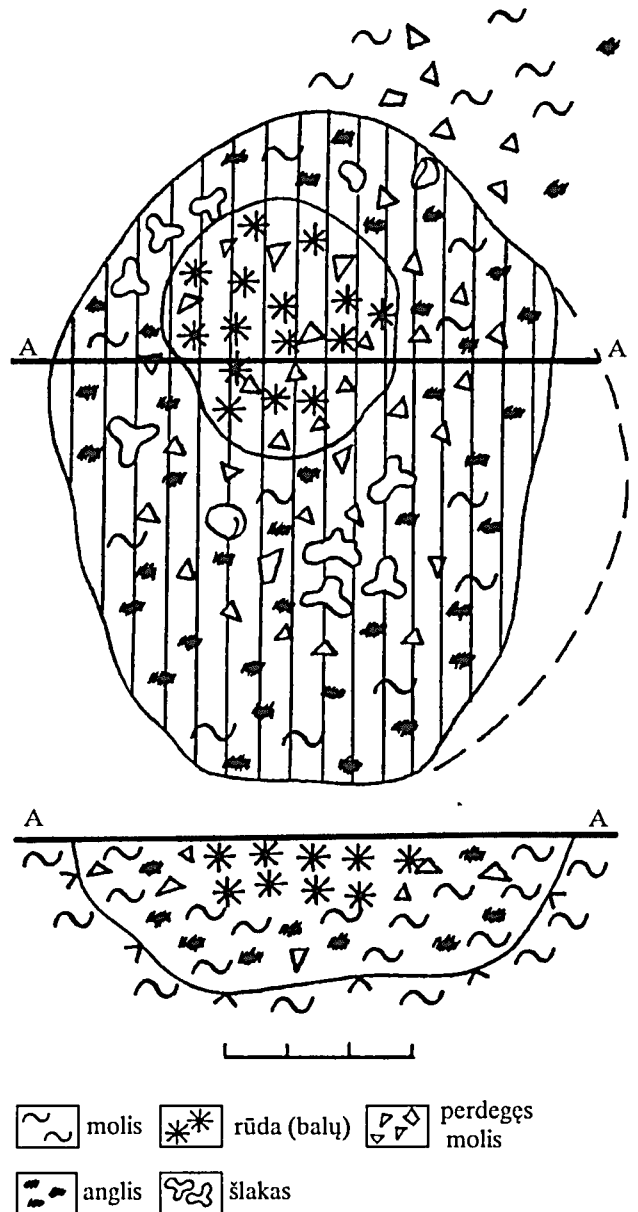
Nr.	Vietovė	Kiekis	Gylis cm	Šachtos pagrindo dydis cm	Sienelių aukštis cm	Sienelių storis cm	Šachtos diametras cm	Datuojamas amžius
1.	Aukštadvaris, Trakų r.	1	140	70x120	–	–	–	
2.	Bakšiai, Alytaus m.	1	–	24x40	iki 8	4–7		III–IV
3.	Daubariai–1, Mažeikių r.	2	50	120x140	10	20	35x40	XI–XII
4.	Daubariai–2, Mažeikių r.		190	–	–	–	–	–
5.	Imbarė, Kretingos r.	1	50–60	200	–	10	40x50	V–VIII
6.	Kereliai–1, Kupiškio r.	2	35–50	45	–	11–14	35	V–VI
7.	Kereliai–2, Kupiškio r.		45	40x45	–	–	15x20	"
8.	Kernavė, Širvintų r.	1	50	–	35x38	12–20	54x56	
9.	Lavoriškės–1, Vilniaus r.	2	30	120x130	24	10	20x27	IV–VIII
10.	Lavoriškės–2, Vilniaus r.		35–40	60x75	17	12–16	17x26	III–VII
11–30.	Lieporiai 1–19, Šiauliai	19	40–75				30x90;25x130; 58x62;60x120;	III–VII
31.	Nemenčinė–1, Vilniaus r.	2	–	60	–	2–4	20	
32.	Nemenčinė–2, Vilniaus r.		–	–	–	–	–	
33.	Nendriniai, Marijampolės r.	1	45	55x70	15	10	15	iki V
34.	Paplienija–1, Telšių r.	4	75	50	12–20	8–12	28x32	V–VIII
35.	Paplienija–2, Telšių r.		60	įžemyje	15		34	
36.	Paplienija–3, Telšių r.		62	"	11	8	34	
37.	Paplienija–4, Telšių r.		64	"	4	8	34	
38.	Žardės, Klaipėdos r.	1	45	1,02x0,7		12	30x38	IX–XIII

daugelio jų teišlikusios tik apatinės dalys ir neaukšti šachtų sienelių fragmentai, nors kai kurios jų aptiktos gana giliai: Aukštadvario – 140 cm gylyje, Daubarių – 2–190 cm gylyje (lent. 2).

Įrengiant minėtąsias krosneles, jų pagrindai (padai) buvo įleidžiama į žemę. Kadangi ant šių padų statytos krosnelės, tai apatinė jų šachtų dalis buvo žemėje. Kita šachtos liemens dalis buvo virš žemės paviršiaus. Padai yra netaisyklingai apvalūs ar išstęsti, įvairaus dydžio. Didžiu išsiskiria krosnelių iš Aukštadvario (70x120 cm), Daubarių – Nr. 1 (120x140 cm), Imbarės (200 cm), Lavoriškių – Nr. 1 (120x130 cm), Žardės (70x102 cm) šachtų padai (lent. 2). Dalies krosnelių padai plūkti iš molio. Jų storis siekia 8–20 cm. Geriau išlikusi Paplienijos krosnelė Nr. 1, statyta ant 2 cm storio smėlio pagrindo (Valatka, 1960š, p. 22), likusios 3 įleistos į žemę (2-os ir 4-os krosnelių dugne smėlis, o 3-ios – molis) (Valatka, 1962š, p. 58–59). Žardės krosnelės padas įleistas į žemę – molį (Genys, 1990, p. 31, 32).

Krosnelių šachtos molinės. Dalis jų statyta ant paruoštų pagrindų – padų, dažniausiai kuriame nors jo pakraštyje: Imbarės (Daugudis, 1978, p. 29), Žardės (Genys, 1990, p. 31–34, pav. 2). Jų moliniai pagrindai kartais sutvirtinti akmenimis: krosnelės iš Paplienijos (Valatka, 1960, p. 22), Imbarės (Daugudis, 1978š, p. 30). Kai kurių krosnelių dugne rasta po akmenį: Bakšių (Steponaitis, 1997š, p. 33), Paplienijos (Valatka, 1960š, p. 22, 23), Daubarių – Nr. 1 (Daugudis, 1976š, p. 55) ar net po kelis akmenis: Lieporių krosnelė Nr. 3 (Salatkienė, 1993š, p. 28). Įdomiai įrengtas Nendrių krosnelės šachtos pagrindas. Šachtos dugne rasta didelė grublėtu paviršiumi puodo šukė, o po ja aptikta kažkokių kaulų (Merkevičius, 1967š, p. 127). Matyt, geležies lydytojas, prisilaikydamas kažkokių tradicijų, kad geriau vyktų lydymo procesas, specialiai padėjo tik jam žinomo gyvulio kaulus. Daugelio krosnelių šachtos molinės, o krosnelės iš Nendrių sienelės statytos iš akmenų ir molio. Krosnelių šachtos įvairios formos: apvalios, pvz., krosnelė Nr. 1 Lavoriškėse (pav. 3), nemaža jų ovalo formos, išskyrus kai kurias krosneles iš Lieporių, kurios buvo pailgos formos (krosnelės Nr. 1, 2, 4, 6) (Salatkienė, 1993š, p. 27–29).

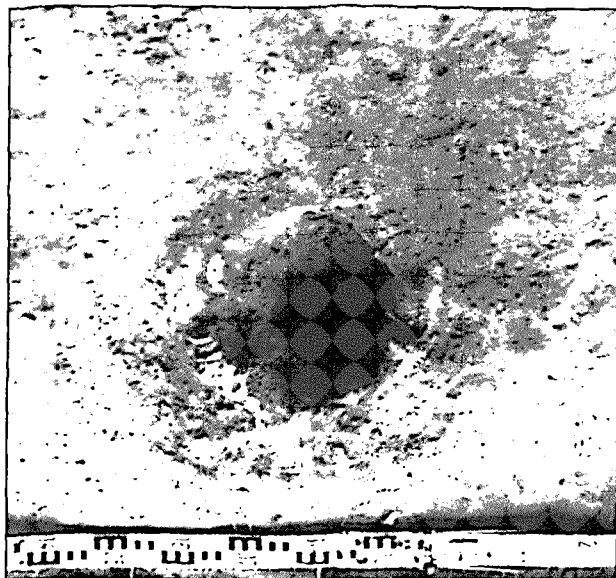
Šachtų skersmuo yra nuo 20 iki 56 cm, imant du ovalinės formos šachtos matavimo skersmenis. Išlikusių krosnelių šachtų šoninių sienų storis yra nuo 8 iki 20 cm. Gana storos (12–16 cm) krosnelės Nr. 2 iš Lavoriškių sienelės (pav. 4). Išlikusių sienelių aukštis tesiekia 8–38 cm (lent. 2). Kad ir neaukštos, bet gerai išsilaikiusios krosnelės Nr. 1 iš Paplienijos sienelės (pav. 5). Šios krosnelės sienelėse arčiau pagrindo aptikti 3 angų–kanalų fragmentai: vienas šiaurinėje krosnelės pusėje, o kiti du iš pietvakarinės ir šiaurės rytinės pusių. Atrodo, kad pastarieji galėjo būti skirti pustu-



2 pav. Geležies lydymo krosnelės iš Žardės gyvenvietės planas (pagal J. Genį). Piešė I. Keršulytė.

vams įstatyti, o pirmasis – šlakui nutekėti. 1962 m. tyrimų metu Paplienijos gyvenvietėje rastos dar 3 krosnelės, kurios turėjo po vieną angą–kanalą. Šiuose kanaluose ir šachtų dugne rasta anglių, šlako (Valatka, 1962š, p. 59). Galimas dalykas, kad šie kanalai taip pat buvo skirti šlakui nutekėti. Krosnelė Nr. 1 iš Kerelių turi 3 kanalus: 2 iš jų yra vienoje šachtos pusėje (pav. 6:a, b), kitas jos priešingoje pusėje (pav. 6:c). Turbūt du pirmieji kanalai buvo skirti pūstuvams įstatyti, o trečiasis šlakui nutekėti.

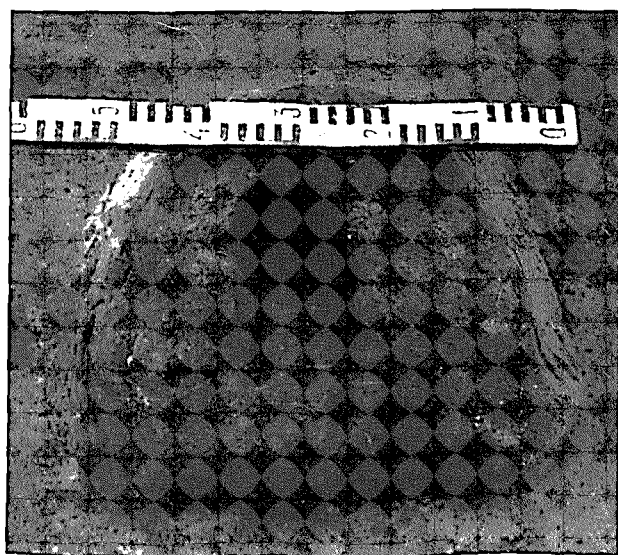
Įdomi Bakšių krosnelės konstrukcija. Jos viename sienos pakraštyje aptikta anga, o šalia jos prieduobė,



3 pav. Geležies lydymo krosnelė Nr. 1 iš Lavoriškių *in situ*. V. Daugudžio nuotr.

į kurią, kaip manoma, sutekėdavo šlakas, nes jo čia rasta nemažai (Steponaitis, 1997š, p. 33).

Čia minėtų aptiktųjų krosnelių viršutinės sienelių dalys nuardytos, todėl sunku ką nors pasakyti apie jų aukštį, oro pūstuvų padėtį sienelėse. Tačiau kad ir menkos vienos krosnelės liekanos iš Lieporių gyvenvietės leido ją sąlyginai rekonstruoti (Navasaitis, 1997, p. 43, pav. 2). Ją rekonstruojant panaudoti ir čia rastieji oro pūstuvai (Salatkienė, 1997, p. 34). Lieporių gyvenvietėje rastieji oro pūstuvai yra nedažnas radinys. Vėly-



4 pav. Geležies lydymo krosnelė Nr. 2 iš Lavoriškių *in situ*. J. Stankaus nuotr.

vesnio laikotarpio pūstuvų rasta Punios piliakalnyje (Kulikauskienė, 1974, p. 25, 26).

Geležies lydymo krosnelių jau turime nemažai, o kalvių dirbtuvių–kalvių beveik neturime. Tiesa, 1972 m. tiriant Eketės piliakalnį ir šalia jo esančią gyvenvietę (Klaipėdos r.) piliakalnio aikštelės teritorijoje (plotai Nr. 1, 2) aptiktas 4–5 m pločio ir apie 7–8 m (atkasto) ilgio stulpinės konstrukcijos pastato fragmentai. Jo vietoje rasta įvairių geležies dirbinių ir jų fragmentų (peilių, dalgių, ietigalis, strėlės antgalis, net geležinė pasaginė cilindriniais galais segė, puodų šukių, molio tinko gabalų, daug gargažių). Tyrinėtojo nuomone, šiame pastate buvusi amatininko dirbtuvė, galbūt kalvė

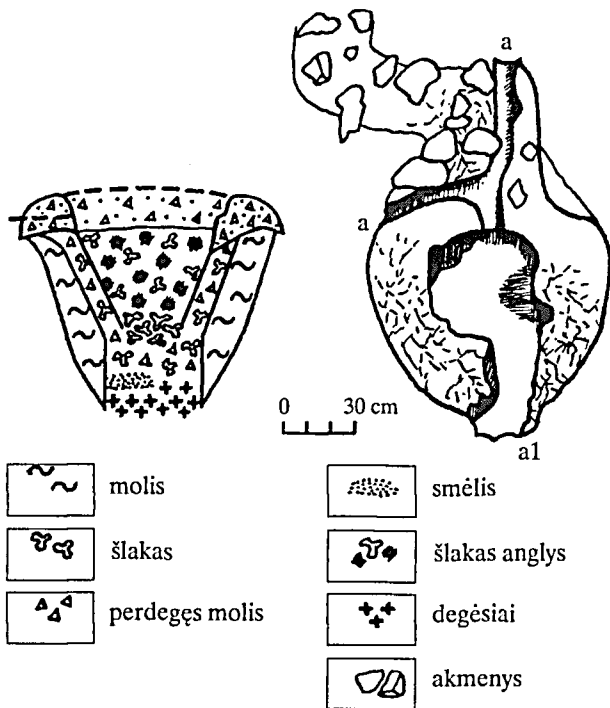


5 pav. Geležies lydymo krosnelė Nr. 1 iš Paplienijos *in situ*. V. Valatkos nuotr.

(Merkevičius, 1972š, p. 9–16). Sluoksnius, kuriame aptikti minėto pastato fragmentai, datuojamas I tūkstantmečio II puse – II tūkstantmečio pradžia (Merkevičius, 1972š, p. 16).

Aptartos geležies lydymo krosnelės yra iš I tūkstantmečio, išskyrus Daubarių ir Žardės krosneles ir amatininko dirbtuvę (kalvę), kurios datuojamos galbūt II tūkstantmečio pradžia (lent. 2).

Kaip atrodė geležies gamybos reikalai viduramžių Lietuvoje? Šiam laikmečiui nušviesti jau turime ir rašytinių šaltinių, kuriuose atsispindi būtinumas plėsti geležies gamybos verslą. Kiek šis klausimas buvo svarbus, rodo didžiojo kunigaikščio 1547 m. nuostatai Vilniaus ir Trakų vaivadijų dvarų valdytojams, kuriame nurodoma, kad „*prie užtvankų, kur gali būti rūdos, miškuose – įkurdinti kalvius ir rūdininkus ir žemės jiems duoti, kad*



6 pav. Geležies lydymo krosnelės Nr. 1 iš Kerelių planas (pagal E. Grigalavičienę).

geležį dirbtų... nes čia daug rūdos... ir geros ir įvairios... ir iš tos geležies, kuri į dvarą gaunama, kad mums mūsų, o taip pat valstybės reikalams būtų pasiūsta tiek, kiek bus nurodyta“ (Литовская, 1903, c. 622–629). Kitas XVI a. rašytinis šaltinis mini, kad tam tikra Geranainių dvaro valstiečių dalis kaip prievolę turėjo kasmet padaryti po 30 porų noragų ir 50 kričių ir pristatyti juos dvarui (Археографический, 1870, c. 15). Tokios prievolės buvo ir kituose dvaruose. XVI a. Valkininkuose įkuriamą ginklų kalyklą, kuri naudojo vietinę geležies žaliavą (Žilėnas, 1958, p. 229).

Šie faktai rodo, kad krašto ūkio plėtotei buvo reikalingi dideli geležies žaliavos kiekiai, todėl geležies lydymui buvo skiriamas atitinkamas dėmesys ir jos gavyba buvo valstybinės reikšmės reikalas. Mūsų archyvuose yra istorinių šaltinių, kuriuose nušviečiama geležies lydymo krosnių (rudnių) geografija Lietuvos didžiojoje kunigaikštystėje, rudnių gamybiniai įrenginiai, jose dirbančiųjų skaičius, pagaminamos produkcijos apimtis ir kt. Šie klausimai paliesti mūsų tyrinėtojų H. Lizdenio (Lizdenis, 1959, p. 188–192), Z. Malinausko, A. Linčiaus (Malinauskas, Linčius, 1999, p. 11–120; Linčius, 1977, p. 113–123), J. Navasaičio (Navasaitis, 1997, p. 45–53), V. Žilėno (Žilėnas, 1958, p. 228–233) darbuose, todėl šio klausimo plačiau neaptarsime. Visa tai, kas išdėstyta, rodo, kad Lietuvoje ir priešistoriniais, ir istoriniais laikais buvo pagaminama nemaži kiekiai geležies. Kita vertus, niekas neneigia, kad gele-

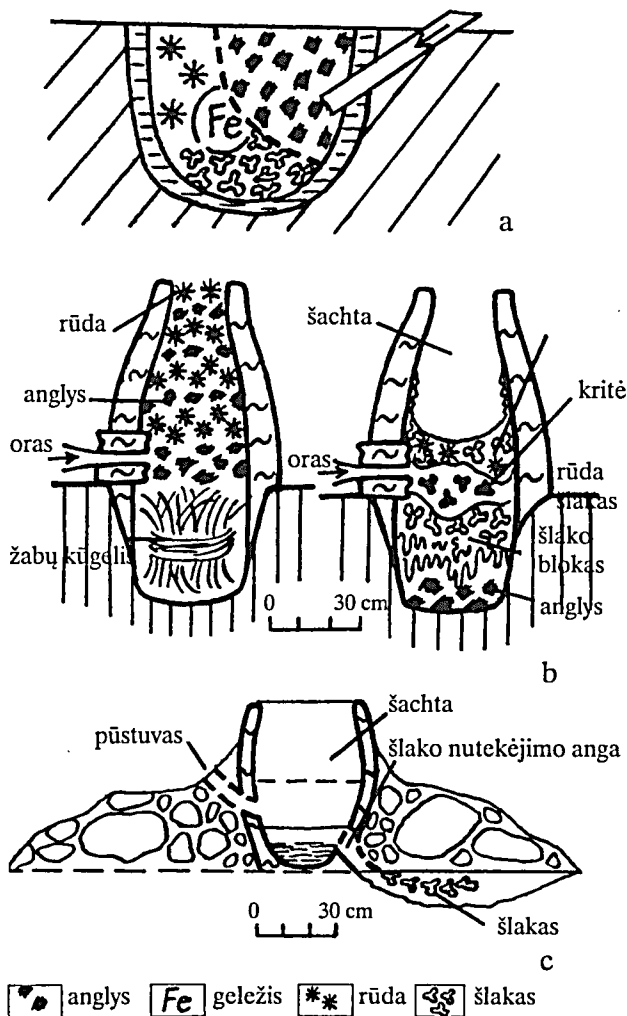
žies žaliavos ir įvairios paskirties geležinių dirbinių visais laikais tam tikras kiekis buvo įvežamas. Kaip rodo 1613 m. gegužės–birželio mėnesių Jurbarko muitinės įrašai, į Lietuvą iš užsienio buvo įvežta 46 štabai geležies (Lietuvos, 1955, p. 220, 221). Iš kur buvo įvežama geležis, konkrečiai atsakyti sunku – gal iš Lenkijos, Vokietijos ar Švedijos. Kad geležis būdavo vežama į kaimyninę Prūsiją, rodo slovakų tyrinėtojo Liubomiro Mihoko duomenys, kuriuose nurodoma, kad „XIV–XVII a. žymi dalis Slovakijoje pagamintos geležies buvo eksportuojama į Lenkiją, Prūsiją“, kad... „vokiečių riterių geležies atsargos Marlborke, Kionisberge buvo geležis iš Slovakijos“ (Slovakija tuomet buvo Vengrijos sudėtyje) (Mihok, 1995, p. 86). Galimas dalykas, kad per Prūsiją dalis geležies žaliavos pasiekdavo ir Lietuvą.

Kaip rodo istoriniai šaltiniai, į Lietuvą buvo nemažai įvežama ir gatavos produkcijos. Štai 1583 m. vasario–kovo mėnesiais pro Brestą iš Liublino buvo įvežta per 4000 vienetų dalgių ir per 3000 vienetų vengriškų peilių bei 76 akmenys plieno (Lietuvos, 1955, p. 213–214).

Plačiau apibūdinti čia nurodytą kiekvieną geležies lydymo krosnelę nėra galimybių, tuo labiau kad tam trūksta ir gausnesnių duomenų. Vis dėlto, remiantis kituose kraštuose rastomis krosnelėmis, jų formomis, pasistengsime bent iš dalies palyginti mūsų rastųjų krosnelių formą su kituose Europos kraštuose naudotomis geležies lydymo krosnelėmis.

Nuo ikikristinių iki viduramžių laikų Europoje buvo naudoti 3 geležies lydymo krosnelių tipai, kurie bėgant amžiams keitė formą, tobulėjo. Kiekvienas iš jų atskiruose kraštuose turi dar ir atskirus variantus. Pagal Vakarų Europos šalių tyrinėtojų skelbtą medžiagą, išskiriami šie krosnelių tipai: 1) taurės formos židiniai (*bowl hearths*) su oro pūstuvais degimui palaikyti (pav. 7:a); 2) šachtinės lydymo krosnelės su duobe šlakui sutekėti šachtos apačioje (pav. 7:b). Tokių krosnelių būta kelių variantų: a) krosnelės, kurių žymi dalis šachtų buvo įleista į žemę. Šachtos priekyje buvo darbinė duobė; b) krosnelės, kurių šachtos buvo virš žemės ir tik šlako surinkimo (sutekėjimo) duobė buvo įleista į žemę. c) šachtinės lydymo krosnys su šlako nutekėjimo kanalais (pav. 7:c).

Pats paprasčiausias yra 1 tipas. Šio tipo krosnelės buvo naudojamos ikikristiniu laikotarpiu apie 500–100 m. pr. Kr. ar net iki 100 m. po Kr. (Tylecote, 1962, p. 195). Jos buvo įrengiamos iki 35–50 cm gylio ir beveik tiek pats skersmens duobėse, į kurias pilama geležies rūda, anglis, o per įstatytą pūstuvą paduodamas oras redukcijai palaikyti. Nedidelė jų talpa negalėjo pateikti didesnio geležies kiekio, o didelės kuro sąnaudos neskatino jų platesnio naudojimo. Kyla klausimas, ar tokios krosnelės–židiniai buvo naudojamos Lietuvoje? Dabar turima medžiaga to patvirtinti negali.



7 pav. Geležies lydymo krosnelė krosnelių tipai, naudoti Europos kraštuose nuo IV a. pr. Kr. iki 1200 m.: a – taurės pavidalo krosnelė (*bowl heath*, pagal R. F. Tylecote, Anglija); b – krosnelė su šlako duobe šachtos apačioje (*slag-pit furnace*, pagal R. Pleiner, Čekija); c – krosnelė su šlako nuleidimo kanalu (*slag-taping furnace*, pagal Serning, Švedija).

2 tipas – šachtinės krosnelės a variantas pasirodė dar pr. Kr. (Tylecote, 1987, p. 154; Lyngström, 1996, p. 3) Jų rasta Čekijoje, Lenkijoje, Vokietijoje. b variantas pasirodė taip pat pr. Kr., pvz., Šventųjų Kryžių kalnų rajone (Bielenin, 1992; Lyngström, 1996, p. 4). Tai rytinių keltų technologinis pasiekimas. Tokių krosnelių šlako surinkimo duobės apie 50–55 cm įleidžiamos į žemę, virš jų statomos šachtos. Šachtų skersmuo 35–50 cm, aukštis iki 100 cm (pav. 7:b parodyta tokios krosnelės schema iki redukcijos ir po redukcijos). Pakraunant krosnelę į šlako surinkimo duobę buvo pridodama šiaudų arba žabų (pvz., Danijoje), arba malkų (šiaurinėje Vokietijoje) (Voss, 1995, p. 24, 25). Tai apsaugodavo nuo anglių ir rūdos subyrėjimo į dugną prieš redukciją, o redukcijos metu į duobę sutekė-

davo šlakas, dalis anglių. Šio tipo krosnelės buvo ekonomiškesnės (sunaudodavo mažiau kuro) ir išgaudavo daugiau geležies. Jų paplitimo arealas nuo Ukrainos, Slovakijos, Čekijos, Lenkijos, Olandijos iki Anglijos, šiaurinės Vokietijos, pietinės Švedijos (Lyngström, 1996, p. 3, 4; Voss, 1995, p. 24, 25; Joosten, van Nie, 1996, p. 30, 32) Kaip nurodo danų tyrinėtojas L. Ch. Norbachas (Nørbach, 1996, p. 14), šis krosnelių tipas romėnų laikotarpiu buvo plačiausiai paplitęs Danijoje iki VI–VII a. (Voss, 1996, p. 25, 25). Ar turime Lietuvos teritorijoje šio tipo krosnelių? Tai galbūt Lavoriškių – 1, 2, gal dalis Lieporių krosnelių, taip pat Paplienijos – 2, 3, 4 krosnelės kurių dugnuose aptikta daug šlako. Beje, jos turi po vieną kanalą, kurie, galimas dalykas, buvo naudojami oro įpūtimui į šachtą. Įdomus gali būti Kerelių – 1 (pav. 6) ir krosnelės iš Olandijos Heeteno vietovės palyginimas (pav. 8). Jų dydis tiesiog autentiškas. Tik neaišku, ar Kerelių pirmojoje krosnelėje esantys kanalai buvo oro įpūtimui, ar kuris iš jų įrengtas šlako išleidimui. Krosnelė iš Olandijos šlako išleidimo kanalo neturi. Ji datuojama III–IV a. (Joosten, van Nie, 1996, p. 32). Kerelių pirmoji krosnelė datuojama V–VI a. (lent. 2).

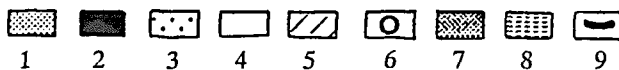
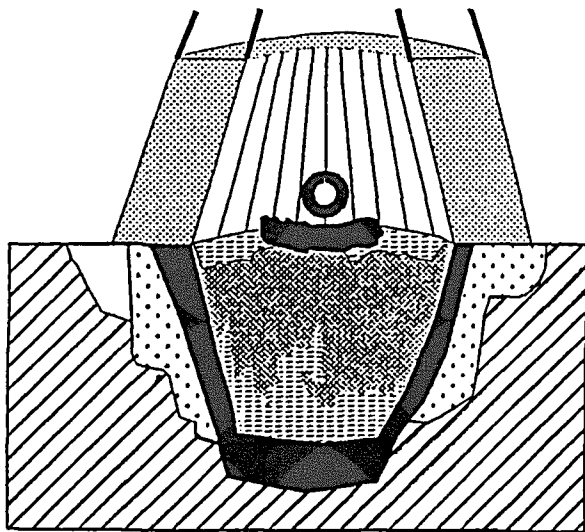
3 krosnelių tipas yra vėlyvesnis. Jis ekonomiškness tuo požiūriu, kad šias krosneles galima naudoti keletą kartų. Danijoje jos pradėtos naudoti vikingų laikais, o Norvegijoje – nuo 700 metų, kur jos naudotos iki maždaug 1200 metų (Lyngström, 1996, p. 5, 6).

Pas mus tokios krosnelės, atrodo, yra iš Bakšių senovinės gyvenvietės ir iš Paplienijos (1 krosnelė).

KRITĖS

Gaivinant geležį iš pelkių rūdos, lydymo krosnelėse visada būdavo išgaunamas geležies gabalas – luitas (kritė) ir gargažės. Gaunamų gargažių ir geležies svorio santykis apytikriai 1:1. A. Gaiduko skaičiavimu, iš 1 pūdo, t. y. 16 kg, rūdos gaudavo apie 5–8 kg geležies (kritės). Gaunamos geležies kiekį sąlygojo geležies kiekis rūdoje ir lydymo proceso eiga. Lydymo procesui vykstant aukštoje temperatūroje, daugiau geležies pusdeginio FeO pereina į skystą gargažę. Šiuo atveju sumažėja išlydytos geležies kiekis.

Gargažių randama palyginti daug (1999 m. duomenimis žinoma 120 jų radimviečių). Geležies kričių turime tik keletą. Viena jų rasta prie Petrašiūnų piliakalnio esančioje gyvenvietėje 1972 m. žvalgomosios ekspedicijos metu. Ji nedidelė: ilgis 10 cm, plotis 9 cm, o aukštis 5 cm (pav. 9). Nedidelis jos ir svoris – 1200 g. Kritė monolitinė, jokių nuolaužų, nuskėlimų joje nepastebėta. Tai rodo, kad tokio dydžio ji ir buvo išlydyta. Stebint kritės makrošlifą, matyti nemaža stambių šlako židinių, kiaurymių. Taigi ši kritė dar nebuvo papildomai kalama stengiantis pašalinti likusias priemaišas.



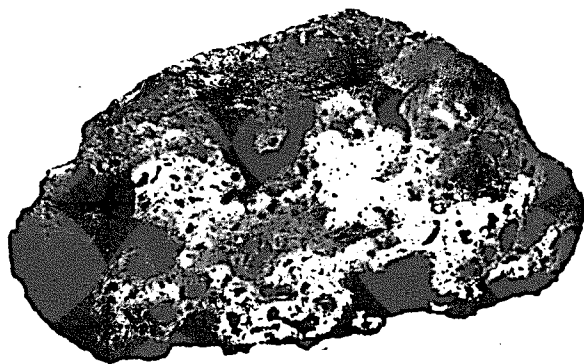
8 pav. Rekonstruota geležies lydymo krosnelė su šlako duobe po šachta iš Olandijos, Heetenos (pagal Joosten, van Nie): 1 – šachtos sienos, 2 – molio klojinys šlako duobėje, 3 – suardytas dirvožemis, 4 – raudonas degęs smėlis, 5 – žemis, 6 – vamzdis oro pūtimui, 7 – šlako blokas, 8 – anglis, 9 – geležies kritė.

Analizuojant kritės makrošlifą, pastebėta skirtingo metalo struktūra. Nors vyrauja geležis (feritinė struktūra), tačiau palyginti daug ir plieninių zonų (perlitinė struktūra). Plieninių ir geležinių zonų išsidėstymas gerai pastebimas kritės makrošliffe (pav. 9 – pilkos zonos – plienas, šviesios – geležis, tamsios – šlako židiniai). Anglies kiekis plieno zonose įvairus: nuo 0,602 proc. iki 1,079 proc. Jos išsidėstymas netolygus. Tai tipinga plieno (pirminis geležies įsianglinimas betarpiškai lydant geležį) struktūra. Šlako išsidėstymas kritėje nevienodas.

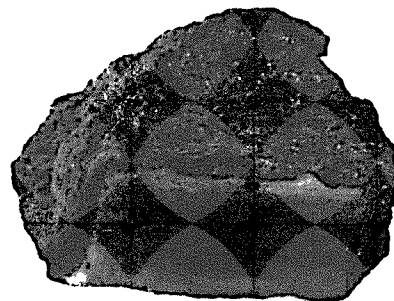
Nedidelis geležies kritės fragmentas rastas Kapčiamiestyje (Navasaitis, Varnavičius, 1998). Jos makrošliffe taip pat matosi šlako zonų. Šių kričių metalografiniai tyrimai parodė, kad jose metalo struktūra nevienoda – yra geležies (feritinė struktūra), geležies ir plieno (feritinė–perlitinė struktūra). Matyt, kad tiesiogiai lydant geležies balų rūdą, panaši struktūra gaudavosi visada. Analogiška kritės iš Airijos makrostruktūra, kur šliffe matosi gana nemažai šlako tarpų (Tylecote, 1987, p. 252, pav. 77a). Šie pavyzdžiai rodo, kad geležies lydymo metu gauti geležies gabalai (luitai) makrostruktūros požiūriu buvo analogiški. Labai įdomi geležies kritė (pagal J. Navasaitį – ketaus luitelis) (Navasaitis, 1997, p. 40) rasta Lieporių senovės gyvenvietėje (Šiaulių m.). Ją sudaro nedideli tarpusavyje sulipę ketaus gabalėliai (pav. 11), kuriuose anglies kiekis siekia 3,32 proc. (Stankus, 1996, p. 59; Navasaitis, 1997, p. 40).

2 kritės aptiktos Narkūnų piliakalnio (Utenos r.) tyrinėjimų metu, tačiau jos netyrinėtos.

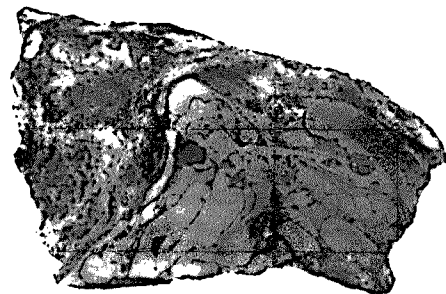
Glausta medžiagos apžvalga rodo, kad Lietuvoje buvo pagaminama nemaži geležies kiekiai. Tam pakako ir balų geležies rūdos, ir kuro (medžio anglies) išteklių. Atrodo, kad Lietuvoje buvo naudojami analogiški geležies gamybos būdai (čia turima galvoje lydymo krosnelių įvairūs tipai), kaip ir kituose Europos kraštuose. Nors, kita vertus, kaip rodo ir istoriniai rašytiniai šaltiniai, visais laikais nemažas geležies žaliavos ar jau pagamintų įvairios paskirties dirbinių buvo įsivežama iš svetur.



9 pav. Geležies kritė iš Petrašiūnų (Rokiškio r.). K. Vainoro nuotr.



10 pav. Geležies sijelė – gabalas iš Jurgaičių gyvenvietės. K. Vainoro nuotr.



11 pav. Ketaus gabalėlis iš Lieporių neįtvirtintos gyvenvietės. K. Vainoro nuotr.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Bielenin K.**, 1992 – Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w górach Świętokrzyskich. Kielce, 1992.
- Dalinkevičius J.**, 1927 – Lietuvos 1924–25 m. geologinių tyrinėjimų trumpa apžvalga // Kosmos. Kaunas, 1927, Nr. 8, p. 84–96.
- Daugudis V.**, 1958š – Aukštadvario piliakalnyje vestų 1958 m. (liepos mėn. 2 d. – rugpjūčio mėn. 30 d.) archeologinių tyrinėjimų dienoraštis // LIIR F. 1, Nr. 80.
- Daugudis V.**, 1965š – Lavoriškių, Vilniaus raj., senosios gyvenvietės archeologinių tyrinėjimų, vestų 1965 m. rugpjūčio mėn. 23–31 d.d. ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 201.
- Daugudis V.**, 1976š – Daubarių k., Mažeikių raj., I ir II piliakalnių bei jų senųjų gyvenviečių 1975 ir 1976 m. archeologinių kasinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 455.
- Daugudis V.**, 1978š – Imbarės k., Kretingos raj., piliakalnio gyvenvietės 1978 m. kasinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 652.
- Daugudis V., Stankus J.**, 1980 – Lavoriškių (Vilniaus raj.) gyvenvietės tyrinėjimai 1978 metais // ATL 1978 ir 1979 metais. Vilnius, 1980, p. 28–29.
- Genys J.**, 1992 – Žardės piliakalnio gyvenvietės // ATL 1990 ir 1991 metais. Vilnius, 1992. T. 1, p. 44–47.
- Grigalavičienė E.**, 1985š – Kerelių, Kupiškio raj., piliakalnio 1984 m. kasinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 1164.
- Jodelė P.**, 1921 – Geležies gaminimas Lietuvoje // Kosmos. Kaunas, 1920–1921. T. 1–2, p. 471–473.
- Joosten I., van Nie M.**, 1996 – Introducing the early iron production in the Netherlands // Early iron. København, 1996, p. 29–42.
- Kulikauskas P.**, 1959 – Iš metalų panaudojimo Lietuvos istorijos // ILKI. Vilnius, 1959. T. 2, p. 3–20.
- Kulikauskienė R.**, 1974 – Punios piliakalnis. Vilnius, 1974.
- Lietuvos**, 1955 – Lietuvos TSR istorijos šaltiniai. Vilnius, 1955. T. 1.
- Lietuvos**, 1957 – Lietuvos TSR istorija. Vilnius, 1957, T. 1.
- Linčius A.**, 1972 – Lietuvos gelmių lobiai. Vilnius, 1972.
- Linčius A.**, 1977 – Pelkių rūda Lietuvoje ir jos panaudojimas // Geografinis metraštis. Vilnius, 1977. T. 15, p. 113–123.
- Lizdenis H.**, 1959 – Rudnios geležies liejykla // ILKI. Vilnius, 1959. T. 2, p. 188–192.
- Lyngström H.**, 1996 – Early iron production in Denmark – an introduction // Early iron. København, 1996, p. 1–7.
- Malinauskas Z., Linčius A.**, 1999 – Pelkių (limonitinė) geležies rūda Lietuvoje // LA. Vilnius, 1999. T. 18, p. 111–120.
- Merkevičius A.**, 1967š – Nendrinų kaimo senkapio (Gavaltuvos apyl. Kapsuko raj.) 1966 ir 1967 m. tyrinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 312.
- Merkevičius A.**, 1972š – Eketės piliakalnio ir jo gyvenvietės, Sendvario apyl., Klaipėdos raj., 1972 m. kasinėjimų ataskaita // LIIR. F.1, Nr. 329.
- Mihok L.**, 1995 – Direct production of forgeable iron in Medieval Slovakia // The importance of ironmaking. Stockholm, 1995, p.84–91.
- Navasaitis J.**, 1997 – Lieporių rudnelės rekonstrukcija // Kultūros paveldas – 97. Vilnius, 1997, p. 39–44.
- Navasaitis J., Sveikauskaitė A., Selskis A.**, 1999 – Lietuvos rudnių šlako sudėtis ir savybės // LA. Vilnius, 1999. T. 18, p. 121–133.
- Navasaitis J., Varnavičius V.**, 1998 – Kapčiamiesčio kritės fragmento sudėtis ir struktūra // Mechanika. Kaunas, 1998. Nr. 4(5).
- Nyquist O.**, 1995 – The history for the future for ironmaking // The importance of ironmaking. Stockholm, 1995, p. 9–28.
- Nørbach L. Ch.**, 1996 – Iron smelting in Denmark from c. 100 BC to c. 400 AD // Early iron. København, 1996, p. 9–18.
- Salatkienė B.**, 1993š – Lieporių I gyvenvietės (Šiauliai) 1993 metų tyrinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 2228.
- Salatkienė B.**, 1996 – Lieporių gyvenvietės I tyrinėjimai // ATL 1994 ir 1995 metais. Vilnius, 1996, p. 47–52.
- Salatkienė B.**, 1997 – Geležies lydymo verslas Lieporių I gyvenvietėje // Kultūros paveldas – 97. Vilnius, 1997, p. 30–38.
- Šėsnulevičius K.**, 1940 – Lietuviškoji geležies rūda // Gimtasai kraštas. Šiauliai, 1940, Nr. 1(24), p. 73–76.
- Stankus J.**, 1996a – Iron blooms in Lithuania // The importance of ironmaking. Stockholm, 1996, p. 57–62.
- Stankus J.**, 1996b – Iron smelting furnaces in Lithuania // Early iron. København, 1996, p. 43–48.
- Steponaitis V.**, 1997š – Bakšių senovės gyvenvietės tyrinėjimai 1996 m. // LIIR F. 1, Nr. 2729.
- Tylecote R. F.**, 1962 – Metallurgy in archaeology. London, 1962.
- Tylecote R. F.**, 1987 – The early history of metallurgy in Europe. London, New York, 1987.
- Valatka V.**, 1960š – Paplienijos gyvenvietė (archeologinių kasinėjimų 1959–1960 metais ataskaita) // LIIR. F. 1, Nr. 91.
- Valatka V.**, 1962š – Prie Plinijos piliakalnio (Telšių raj., Žarėnų apyl.) šiaurinės pusės gyvenvietės 1959–1962 m. tyrinėjimų dienoraščiai // LIIR. F. 1, Nr. 1696.
- Vėlius G.**, 2000 – Žygantiškių medžio anglies degyklų tyrinėjimai // ATL 1998 ir 1999 metais. Vilnius, 2000, p. 390–391.
- Vodzinskas E.**, 1983 – Geležies rūdos klodai Lietuvoje // Mūsų gamta. Vilnius, 1983. Nr. 10, p. 10.
- Voss O.**, 1995 – Snorup – an iron producing settlement in West Jutland, 1st–7th century AD // The importance of ironmaking. Stockholm, 1995, p. 133–139.
- Voss O.**, 1996 – Snorup – an Iron Age settlement with Iron Production in the 4th to 6th century AD // Early Iron. København, 1996, p. 19–27.

Žilėnas V., 1958 – Šaunamųjų ginklų kalykla Valkininkuose // ILKI. Vilnius, 1958. T. 1, p. 228–233.

Археографический, 1870 – Археографический сборник документов. Санкт Петербург, 1870.

Байков А. А., 1948 – Собрание трудов. Москва, 1948.

Бидзиля В. И., Пачкова С. П., 1969 – Зарубинецкое поселение у с. Лютеж // Материалы и исследования по археологии СССР. Москва, 1969, № 160, с. 51–74.

Гайдук А. А., 1911 – Производство сыродутного железа в Якутском округе. Санкт Петербург, 1911.

Гурин М. Ф., 1982 – Древнее железо белорусского Поднепровья. Минск, 1982.

Колчин Б. А., 1953 – Чёрная металлургия и металлообработка в древней Руси. Москва, 1953.

Литовская, 1903 – Литовская метрика. Книги публичных дел. Санкт Петербург. Т. 1.

Лухтан А. Б., 1987 – Селище в Кярнаве на берегу р. Нярис // Lietuvos TSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai. Istorija. Vilnius, 1987. T. 28, p. 3–21.

Материалы, 1858 – Материалы для географии и статистики России (Виленская губерния). Санкт Петербург, 1858.

Материалы, 1861 – Материалы для географии и статистики России (Ковенская губерния). Санкт Петербург, 1861.

SANTRUMPOS

ATL – Archeologiniai tyrinėjimai Lietuvoje

ILKI – Iš lietuvių kultūros istorijos

LA – Lietuvos archeologija

LIIR – Lietuvos istorijos instituto rankraštynas.

THE SURVEY OF IRON PRODUCTION IN LITHUANIA

Jonas Stankus

Summary

Collected up till now specific archaeological materials (remains of melting furnaces, raw materials of melted iron, such as slag and iron bars, and partially written sources) witness that at least in the first centuries A.D. inhabitants of the territory of Lithuania could produce iron.

There were many deposits of bog ore in Lithuania. In 1996, in Kivyčiai village (Skuodas district), concretions of iron ore were found (Fig. 1), where content of Fe_2O_3 is only 24.85% (Table 1). Iron ore in marshes and long-fallow lands was excavated in summer and the ore from lake bottoms was excavated in winter. Before melting a processing of the ore took place: it was additionally dried, roasted, crushed, washed and sifted.

On processing of marsh ore, the main fuel was charcoal. Wood for it was prepared out of green trees, because they were charring for a longer time and charcoal of higher quality was produced of them. Charcoal was produced in special pits in the soil. The prepared wood was loaded into the pit and coated with a clay, only several holes were left in order to ensure burning. When the wood flamed up, the holes on the top were spread with clay and further charring occurred almost without oxygen. Charring process continued for 3–4 days. Traces of charcoal production were obtained in Lieporiai settlement. There charcoal was produced in the oblong pit with the diameter of 1 m, dug for that purpose. A large amount of charcoal was found in it. The pit is dated to the 4th–8th centuries. The site of charring dated to a later period was found near Žygantiškės village (Šalčininkai district). Here, 25 sub-sites of charring were discovered and 2 of them were explored. During the examination, it was found that charcoal was produced in large bonfires (with the diameter of 10 m). Much charcoal and charred timber were found there. The examined sites of charring are dated to the 15th–16th centuries.

The fact of local production of iron is shown by a part of found iron drosses, however, the most evident witnesses

of iron production are remains of melting furnaces. Up till now, 38 iron melting furnaces were found in 12 localities of Lithuania (Fig. 2–6). The number of such furnaces in examined archaeological monuments is not big, usually only 1–2, except of Paplienija (4 pieces) and Lieporiai (19 pieces) (Table 2). It seems that there was situated a small center of metallurgy. Usually there are found remains of the lower part of furnaces. On the establishment of the furnaces, their hearth-stones were dug into the soil. The hearth-stones are irregularly round or oblong or of various sizes. Hearth-stones of some furnaces are made of clay. Shafts on the hearth-stones are also made of clay. Their clay foundations sometimes are reinforced with stones. On the bottom of some furnaces a stone per each was found. The diameter of a shaft is from 20 to 56 cm, the thickness of the side walls of a shaft – from 8 to 20 cm, the height of the remained walls – 8–38 cm (Table 2). Walls of the furnace found in Paplienija are in good state (Fig. 5). In the walls of this furnace, near the foundation, fragments of 3 holes-channels were found. It seems that the channels were used for the purpose to insert a blower and to remove slag. The furnace from Kereliai is equipped with 3 channels (Fig. 6). At one edge of wall of the furnace from Bakšiai, a hole was discovered and close to it – an additional pit was discovered where, probably, slag was flowing down. The remains of the furnace from Lieporiai settlement allowed to perform conditional reconstruction of it.

There are few smitheries in our land. In 1972, during the investigation of Eketė hill-fort (Klaipėda district), a site of pillar construction of 4–5 m width and about 7–8 m long building was discovered. Various iron artefacts as well as their fragments were found there. According to the opinion of the investigator, a shop of a handicraftsman, probably, a smithery was located in the building. The stratum is dated to the second half of the 1st Millennium – the early 2nd Millennium.

There are some written historical sources on iron production in Lithuania in the Middle Ages. These are the Grand Duke's Regulations (1547), where he ordered to encourage iron production. In the 16th century, a forge of weapons was established in Valkininkai, where local raw materials of iron were used. The above-presented materials show that in the prehistoric and historic times considerable amounts of iron were produced in Lithuania. On the other hand, nobody denies that a certain quantity of iron raw materials and various iron artefacts were imported to Lithuania in all times.

From the times B.C. up to the Middle Ages, 3 types of iron melting furnaces were used in Europe. In course of time, their shape was changing, they were improved. These types were the following: 1. Bowl furnaces – with a blower to support burning (Fig. 7:a); 2. Melting furnaces of shaft type with a pit for slag collection in the lower part of the shaft (Fig. 7:b; 8); 3. Melting furnaces of shaft type with slag removing channels (Fig. 7:c). Furnaces of the type I were not discovered in Lithuania up to date. The shaft furnaces of the type II appeared from the 2nd century A.D. Probably, the furnaces 1, 2 in Lavoriškės, a part of furnaces in Lieporiai, the furnaces 2, 3, 4 in Paplienija are furnaces of this type. The type III is the later one. Probably, the furnaces from the ancient settlement in Bakšiai and the furnace 1 from Paplienija are furnaces of this type.

When iron was produced from a marsh ore, in melting furnaces iron bars and dross were always presented. According to the data of 1999, 120 find spots of drosses from prehistoric times and only several find spots of iron bars are known. One iron bar was found in 1972 in the settlement close to Petrašiūnai hill-fort (Fig. 9). During the analysis of a macroschliff of the bar, a structure of different metals was noticed. Although the iron dominates (a ferrite structure), however, there are a lot of steel zones (the perlitic structure) as well. Other small fragment of iron bar was found in Kapčiamiestis. Very interesting iron bar (accord-

ing to J.Navasaitis – a cast iron lump) was found in the ancient settlement of Lieporiai (Šiauliai town) (Fig. 11). It consists of small pieces of (cast) iron, stuck together (Fig. 12) where content of coal is up to 3.32%. Two iron bars were obtained during investigation of Narkūnai hill-fort (Utena district).

LIST OF TABLES

Table 1. Table of the chemical composition of the iron ore of Kyviliai (Skuodas district). Analysis made by Dr. A. Sveikauskaitė.

Table 2. Data of the found iron melting furnaces.

THE LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. 1. The concretions of bog ore from Kivyliai village (Skuodas district).

Fig. 2. The plan of iron melting furnace from Žardė settlement.

Fig. 3. The iron melting furnace 1 from Lavoriškės *in situ*.

Fig. 4. The iron melting furnace 2 from Lavoriškės *in situ*.

Fig. 5. The iron melting furnace 1 from Paplienija *in situ*.

Fig. 6. The plan of iron melting furnace 1 in Kereliai.

Fig. 7. The types of iron melting furnaces used in European lands from the 4th century B.C. to 1200: a – bowl heath, according to R. F. Tylecote, England; b – slag-pit furnace, according to R. Pleiner, Czech; c – slag-taping furnace, according to Serming, Sweden.

Fig. 8. The reconstructed iron melting furnace with a slag pit under the shaft from Heeten, Holland (according to M. van Nie): 1 – shaft walls, 2 – clay layer in the slag pit, 3 – disturbed soil; 4 – red burned sand, 5 – earth level, 6 – tube for air blow, 7 – slag block, 8 – coal, 9 – iron fallen piece.

Fig. 9. The iron bar from Petrašiūnai (Rokiškis district).

Fig. 10. The piece of iron beam from Jurgaičiai settlement.

Fig. 11. The piece of cast iron from Lieporiai settlement.

Translated from Lithuanian by Rasa Tolvaišaitė

ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗА В ЛИТВЕ

Йонас Станкус

Резюме

Собранный на настоящий момент конкретный археологический материал (остатки печей для выплавки железа, вторсырье – крицы, шлак) и частично письменные источники свидетельствуют о том, что уже с первых столетий нашей эры люди, жившие на территории Литвы, умели производить железо на месте.

В Литве много болотистых местностей с присутствием железной руды. В 1996 г. в деревне Кивилияй (Скуодасский р-н) обнаружена конкреция железной руды (рис. 1), доля Fe_2O_3 в которой достигает только 24,85% (таблица 1). Железная руда из болот добывалась летом, руда со дна озер – зимой. Перед выплавкой руда подвергалась дополнительной обработке – осушению, обжигу, размельчению, обмыванию и просиванию.

Для обогащения болотной руды основным топливом служил древесный уголь. Для обжига угля древесина подготавливалась из сырых деревьев, так как они дольше обугливались, образовывался уголь лучшего качества.

Уголь закладывали в выкопанные в земле ямы. Подготовленная древесина складывалась в яму, верх которой закрывался и замазывался глиной, для поддержания огня оставляли несколько щелей. Когда древесина хорошо прогорала, щели на верху ямы полностью замазывали, и дальнейшее обугливание происходило практически без кислорода. Древесина обугливалась 3–4 дня. Следы сжигания древесного угля найдены в селище Лепорай. Здесь уголь обжигался в специально для этого выкопанной продолговатой яме диаметром 1 м, в которой найдено значительное количество угля. Яма датируется IV–VIII вв. Место обжига угля более позднего периода обнаружено неподалеку от деревни Жигмантишкес (Шальчининский р-н). Здесь найдено 25 мест обжига угля, из них 2 раскопаны. В ходе исследований установлено, что древесный уголь обжигался на больших, диаметром до 10 метров, кострах. В них найдено немало угля и

головешек. Исследованные обжигательные печи относятся к XV–XVI вв.

О местном производстве железа говорит часть найденных железных шлаков, однако самые достоверные свидетели – остатки печей для выплавки железа. На данный момент в 12 местах Литвы найдено 38 плавильных печей (рис. 2–6). В изученных археологических памятниках такие печи встречаются нечасто, обычно по 1–2, исключая Паплення (4 шт.) и Лепорай (19 шт.) (таблица 2). Скорее всего, в последнем находился небольшой металлургический центр. Обычно находят остатки нижней части печей. При установке печей их стопы опускались в землю. Стопы неправильно овальные или прямые, разных размеров. Частично стопы печей вылеплены из глины. На стопах также из глины выстроены печные шахты. Глиняное основание иногда укреплено камнями. На дне некоторых печей найден камень. Диаметр шахт от 20 до 56 см, толщина боковых стен от 8 до 20 см, высота сохранившихся стенок достигает 8–38 см (таблица 2). Лучше всего сохранились стенки печи в Паплення (рис. 5). В стенах этой печи ближе к основанию обнаружены 3 фрагмента выходных каналов. Эти каналы могли предназначаться для поддувала и выхода шлаков. У печи из Кереляй было 3 канала (рис. 6). У печи из Бакшай у основания одной стенки проделан выходной канал и рядом с ним приямок, куда, как предполагается, стекал шлак. По остаткам печи из Лепорай возможна ее условная реконструкция.

Кузнечные мастерские почти отсутствуют. В 1972 г. в ходе раскопок городища Екете (Клайпедский р-н) обнаружена часть постройки столбовой конструкции шириной 4–5 м и длиной около 7–8 м с разными предметами из железа и их фрагментами. По мнению исследователя, в этом здании была мастерская ремесленника, возможно, кузница. Слой датируется II половиной I тысячелетия – началом II тысячелетия.

Существуют и письменные исторические источники, освещающие производство железа в средневековой Литве. Это устав великого князя от 1547 г., в котором поощрялось производство железа. Местное железное сырье употреблялось в оружейной мастерской в Валькининкай, построенной в XVI в. Из выше представленного материала следует, что в доисторические и исторические времена в Литве производилось немало железа. С другой стороны, никто не оспаривает факт импорта определенного количества железного сырья и изделий из железа разного назначения.

Со времен до нашей эры до средневековья в Европе использовались 3 типа печей для выплавки железа, видоизменявшихся и совершенствовавшихся с течением времени. Это: 1. бокаловидные очаги (bowl furnaces) с воздушными поддувалами для поддержания огня (рис. 7а); 2. шахтовые плавильные печи с ямой для шлака внизу шахты (рис. 7б; 8); 3. шахтовые плавильные печи с каналами для вытечки шлака (рис. 7с). Печей 1 типа в Литве на данный момент не найдено. Шахтовые печи 2 типа появились в Литве со II в. н.э. – возможно в Лаворишкес 1, 2, частично Лепорай, также 2, 3, 4 печи Паплення. Печи 3

типа более поздние. Данный тип в Литве, видимо, в поселении Бакшай и 1 печь в Паплення.

При обогащении железа из болотной руды в плавильных печах всегда образовывались куски железа – слитки-крицы и шлаки. По данным 1999 г. известны 120 мест находок шлаков доисторических времен, и всего лишь несколько мест с крицами. Одна железная крица обнаружена в селище около городища Петрашюнай в 1972 г. (рис. 9). При анализе макрошлифа крицы замечена структура другого металла. Хотя доминирует железо (ферритовая структура), относительно много и стальных зон (перлитовая структура). Другой небольшой фрагмент крицы найден в Капчяместис. Очень интересная железная крица (по мнению Й. Навасайтиса – слиток чугуна) найдена в селище Лепорай (г. Шяуляй). Ее составляют небольшие слипшиеся между собой кусочки чугуна (рис. 11), доля угля в которых достигает 3,32%. 2 крицы найдены в ходе раскопок в городище Наркунай (Утянский р-н).

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Таблица химического состава железной руды из Кивиляй (Скуодасский р-н). Анализ произведен доктором А. Свейкаускайте.

Таблица 2. Данные найденных печей для выплавки железа.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1. Конкреции болотной руды из деревни Кивиляй (Скуодасский р-н).

Рис. 2. План печи для выплавки железа из селища Жарде.

Рис. 3. Печь для выплавки железа 1 из Лаворишкес *in situ*.

Рис. 4. Печь для выплавки железа 2 из Лаворишкес *in situ*.

Рис. 5. Печь для выплавки железа 1 из Паплення *in situ*.

Рис. 6. План печи для выплавки железа 1 из поселения Кереляй.

Рис. 7. Типы печей для выплавки железа, употреблявшихся в Европе с IV в. до н.э. до 1200 г. а – бокаловидная печь (bowl heath, по R. I. Tylecote, Англия); в – печь с ямой для шлака внизу шахты (slog-pit furnace, по R. Pleiner, Чехия); с – печь с каналом для выхода шлаков (slag-taping furnace, по Seming, Швеция).

Рис. 8. Реконструкция печи для выплавки железа с ямой для шлака под шахтой из Хетен (Heeten), Голландия (по Joosten, van Nie): 1 – стенки шахты, 2 – глиняный настил на дне ямы для шлака, 3 – разрушенная почва, 4 – красный пережженный песок, 5 – наземление, 6 – труба для подачи воздуха, 7 – блок шлака, 8 – уголь, 9 – железная крица.

Рис. 9. Железная крица из Петрашюнай (Рокшишкский р-н).

Рис. 10. Железная крица из селища Юргайчяй.

Рис. 11. Кусочек чугуна из селища Лепорай.

Перевод с литовского Ольги Антоновой