

LIETUVOS TSR MOKSLŲ AKADEMIJA  
ISTORIJOS INSTITUTAS  
LIETUVOS TSR ISTORIJOS PROBLEMINĖ TARYBA

---

# LIETUVOS ISTORIJOS METRAŠTIS

1973  
metai



VILNIUS  1974

INSTITUTE OF HISTORY  
OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE LITHUANIAN SSR  
THE SCIENTIFIC PROBLEMICAL BOARD OF  
THE HISTORY OF THE LITHUANIAN SSR

THE YEAR-BOOK  
OF LITHUANIAN  
HISTORY

1973

VILNIUS

1974

---

INSTITUT FÜR GESCHICHTE  
DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER LITAUISCHEN SSR  
PROBLEMISCHER — WISSENSCHAFTLICHER RAT  
FÜR GESCHICHTSFORSCHUNG DER LITAUISCHEN SSR

JAHRBUCH  
FÜR LITAUISCHE  
GESCHICHTE

1973

VILNIUS

1974

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ  
АКАДЕМИИ НАУК ЛИТОВСКОЙ ССР  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ИСТОРИИ ЛИТОВСКОЙ ССР

---

# ЕЖЕГОДНИК ИСТОРИИ ЛИТВЫ

ГОД  
1973



ВИЛЬНИУС



1974

9(TL)  
Li 237

Redakcinė kolegija

DOBROVOLSKAS JONAS, JURGINIS JUOZAS, KUN-  
CYTĖ NIJOLĖ, MERKYS VYTAUTAS, MILIŪS VACYS,  
STRAZDŪNAITĖ RITA (sekretorė), SADZIUS HEN-  
RIKAS (vyr. redaktoriaus pavaduotojas),  
TAUTAVIČIUS ADOLFAS, TYLA ANTANAS, VAITKE-  
VIČIUS BRONIUS (vyr. redaktorius), ŽEPKAITĖ  
REGINA

Vilnius, Kosciuškos 30  
Lietuvos TSR Mokslų akademijos Istorijos institutas

Вильнюс, ул. Костюшки, 30  
Институт истории Академии наук Литовской ССР

M  $\frac{0164-294}{M851(10)-74}$  Z-74

© LTSR MA Istorijos institutas, 1974

## STRAIPSNIAI IR PRANEŠIMAI

UDK 902.6 (474.5)

### GELEŽIES DIRBINIŲ GAMYBOS RAIDA LIETUVOJE

JONAS STANKUS

Geležiniai dirbiniai Lietuvos teritorijoje plačiau pradėti naudoti tik nuo m. e. pradžios, kai buvo įsisavinta vietinė geležies gamyba. Kadangi geležiniai įrankiai žymiai patvaresni ir našesni, negu iki tol naudoti akmeniniai, kauliniai ar žalvariniai, tai jų paklausa buvo ypač didelė. Jie greitai plito ir per trumpą laiką I bei II m. e. amžių riboje išstūmė senuosius įrankius ir ginklus.

Geležinių įrankių ir ginklų paklausa vertė didinti geležies gamybos apimtį. Atsirado grupė žmonių — kalvių, kurie gamino ir remontavo geležinius įrankius, ginklus ir įvairius buities reikmenis. Taip pamažu kaupėsi kalvių žinios ir patirtis, o kartu augo ir vystėsi kalvystės amatas.

Apie pirmųjų Lietuvos kalvių sugebėjimus, jų žinotus ir naudotus geležies apdirbimo būdus, technologiją dabar tenka spręsti iš išlikusių senųjų geležinių dirbinių.

Pati geležies ir geležinių dirbinių gamybos problema Lietuvoje palyginti dar nedaug tenagrinėta. Archeologai iki šiol daugiau domėjosi geležinių dirbinių chronologija ir tipologija<sup>1</sup>.

Metallurgijos ir metalų apdirbimo Lietuvoje problemą yra nušvietęs P. Kulikauskas<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> P. Kulikauskas, R. Kulikauskienė, A. Tautavičius, Lietuvos archeologijos bruožai, V., 1961; R. Kulikauskienė, IX—XIII amžių kalavijai Lietuvoje, Iš lietuvių kultūros istorijos (toliau — ILKI), t. IV, V., 1964, p. 197—226; R. Volkaitė-Kulikauskienė, Kovos kirviai Lietuvoje ankstyvojo feodalizmo laikotarpiu, Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai, A serija (toliau — MADA), 1964, t. 1(16), p. 101—112; A. Таутавичюс, К вопросу о хронологии восточнолитовских боевых топоров, От эпохи бронзы до раннего феодализма, Таллин, 1966, p. 187—191.

<sup>2</sup> P. Kulikauskas, Iš metalų panaudojimo Lietuvoje istorijos, ILKI, t. II, V., 1959, p. 3—20.

Geležies gamyba, geležies rūdos telkiniai ir geležies gargažių cheminė sudėtis aptariama A. Endzino straipsniuose<sup>3</sup>. Be to, A. Endzinas lietuviškai ir pačiai kai kurių geležinių dirbinių (ietigalių damaskinio plieno plunksnomis) gamybą<sup>4</sup>.

Geležiniais dirbiniais iš Lietuvos teritorijos domėjosi A. Anteinas, tačiau ir jo tyrinėjimai liečia tik vieną IX—XIII a. ginklų gamybos Lietuvoje klausimą, būtent — raštuoto damaskinio plieno ir kalavijų su įrašais bei ietigalių gamybą. A. Anteinas, remdamasis metalografiniu metodu, nustatė, kad 14 ietigalių buvo pagaminta iš damaskinio plieno<sup>5</sup>. Du iš tirtųjų kalavijų turėjo damaskinio plieno geležtes, o kiti buvo pagaminti gan įvairiai: vienu geležtės buvo su įvairiais ženklais ir įrašais, kitų rankenos puoštos spalvotu metalu. Visi tirtieji ietigaliai turėjo raštuoto damaskinio plieno plunksnas.

24 geležinius dirbinius (daugiausia darbo įrankius iš rytų Lietuvoje esančių Miežonių ir Sudatos pilkapių) yra ištyręs J. Piaskovskis<sup>6</sup>. Remdamasis minėtųjų dirbinių mikrostruktūrinės analizės duomenimis, J. Piaskovskis teigia, kad baltai iki VIII a. nemokėję suvirinti geležies ir plieno, įanglinti dirbinio paviršiaus. Su tokia gan apibendrinančia J. Piaskovskio išvada šio straipsnio autorius nesutinka, nes tam prieštarauja 228 geležinių dirbinių iš II—VIII a. mikrostruktūrinės analizės duomenys, taip pat duomenys iš baltų genčių teritorijos Latvijoje<sup>7</sup>.

Šiame straipsnyje pateikiami 431 geležinio dirbinio (272 darbo įrankių — peilių, žirklių, įmovinių, siauraašmenių ir plačiašmenių pentinių kirvių, dalgių, piautuvų, ylių, žeberklių, skiltuvų, vinių; 159 ginklų — kalavijų, ietigalių, kovos peilių ir kirvių, strėlių antgalių) iš II—XIII a. archeologinių paminklų metalografinių tyrimų duomenys. Iš jų matyti, kad II—XIII a. Lietuvos kalviai minėtųjų dirbinių gamyboje taikė šias technologines operacijas: laisvą geležies ir plieno kalimą, skirtingo me-

<sup>3</sup> A. Endzinas, Geležies gamybos raidos ir technologijos Lietuvoje klausimu, Geodezijos darbai, t. II, V., 1964, p. 176—205; A. Endzinas, Geležies gamybos klausimu Lietuvoje, Geografijos metraštis, t. IX, V., 1968, p. 147—166; A. Endzinas, Apie rūdos telkinius, naudotus geležiai gauti Lietuvoje, Geografija ir geologija, t. VI, V., 1969, p. 91—101.

<sup>4</sup> A. Endzinas ir L. Bilvinas, Damaskinis plienas Lietuvoje. Mokslas ir gyvenimas, 1965, Nr. 2, p. 15—16.

<sup>5</sup> A. Anteins, Im Ostbaltikum gefundene Schwerter mit damaszierten Klingen, Waffen- und Kostümkunde, München—Berlin, 1966, p. 111; A. Anteins, Structure and manufacturing techniques of pattern-welded objects found in the Baltic states, Journal of the iron and steel institute, 206, London, 1968, p. 563.

<sup>6</sup> J. Piaskowski, Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych z Miežan i Sudaty (LSSR), Wiadomości archeologiczne, t. XXXI, Warszawa, 1966, p. 363.

<sup>7</sup> A. Anteins, Dzelzs un tērauda izstrādājumu struktūras īpašības un izgatavošanas tehnoloģija senajā Latvijā (Līdz 13. gs.), Arheoloģija un etnografija, t. II, Rīgā, 1960, p. 9.

talo juostų suvirinimą, geležinių dirbinių įanglinimą-cementavimą, terminį apdirbimą (grūdinimą).

Kaip matyti iš suvestinės lentelės, pati paprasčiausia ir daugiausia taikyta technologinė operacija II—XIII a. buvo laisvas įkaitinto metalo kalimas. Šiuo būdu daugiausia—21,8% (dalis peilių, pautuvų, dalgių, kirvių) buvo kalami grynai geležiniai dirbiniai, kuriems buvo naudojama gana skirtingos kokybės (šlako požūriu) geležis. Geresnės kokybės—švaresnė—geležis visais laikotarpiais gaminta vidurio ir rytų Lietuvoje.

Kaip rodo suvestinė lentelė, grynai geležinių dirbinių kiekis atskirais laikotarpiais irgi nevienodas: II—IV a. jie sudaro 16,47% visų ištirtųjų dirbinių, V—VIII a. jų skaičius padidėja ir siekia 35,66%, o IX—XIII a., įsisavinus kitus įvairius technologijos tipus, grynai geležinių dirbinių skaičius vėl sumažėja ir sudaro jau tik 14,29%.

Teritoriniu požūriu taip pat pastebime kai kurių skirtumų. Iš II—VII a. daugiau geležinių dirbinių rasta rytų Lietuvoje, o nuo VII—VIII a. jų pagausėja vidurio ir vakarų Lietuvoje.

Nevienodą grynai geležinių dirbinių kiekį atskirose Lietuvos dalyse iš dalies galima paaiškinti skirtingu mirusiųjų laidojimo papročiu.

Apie V a. rytų ir vidurio Lietuvoje pradeda įsigalėti mirusiųjų deginimo paprotys, kuris palaipsniui plinta ir į vakarų Lietuvą. Mirusiųjų deginimo metu dalis dirbinių, patekusių į laužą, galėjo pakeisti savo struktūrą. Įanglinti dirbiniai lauže galėjo išsianglinti, juo labiau, kad aiškios išsianglinimo žymės pastebėtos kai kurių siauraašmenių pentinių kirvių ašmenų paviršiuje. Todėl galima manyti, kad iš tokių plonų geležčių, kaip peilių, dalgių, pautuvų, anglis visai galėjo išdegti.

Tenka pažymėti ir tai, kad didelę dalį V—XIII a. grynai geležinių dirbinių sudaro ietigaliai (V—VIII a.—18 iš 33 ištirtų, IX—XIII a.—8 iš 41), kurių plunksnos kokybė neturėjo tokios praktinės svarbos, kaip, sakysime, peilių ar dalgių. Mat, sužeisti ar nukauti buvo galima ir grynai geležiniu ietigaliu, ir tik vėliau, kai buvo pradėti nešioti plieniniai šarvai, ietigalių plunksnos imtos gaminti iš plieno.

Konkrečiai nurodyti, kiek geležinių dirbinių II—XIII a. būta kaimyniniuose kraštuose—Latvijoje, senovės Rusioje, Lenkijoje,—yra sunku, tačiau aptikta jų ir ten<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> A. Anteins, *Dzelzs un tērauda...*, p. 170, 40; Б. А. Колчин, *Черная металлургия и металлообработка в древней Руси*, М., 1953, p. 106, 136, 142; J. Piaskowski, *Technika Gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego X—XIV w.*, Gdańsk wczesnośredniowieczny, t. II, Gdańsk, 1960, p. 76, 90, 102; J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania przedmiotów żelaznych ze stanowiska 4 w Biskupinie*, pow. Żnin, *Wiadomości archeologiczne*, t. XXXII, Warszawa, 1966, p. 193—213; J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych i próbek żużla ze Śląska Opolskiego z okresu wpływów rzymskich*, *Przegląd archeologiczny*, t. XV, Wrocław, 1964, p. 134—157.

Iš R. Pleinerio pateiktų duomenų matyti, kad Vidurio Europoje grynai geležiniai dirbiniai išnyksta apie m. e. I tūkstantmečio vidurį, o Vakarų Europoje — apie m. e. pradžią<sup>9</sup>.

Laisvo kalimo technika pagamintų dirbinių yra ir grynai plieninių. Tačiau jų tarp II—XIII a. tirtų dirbinių rasta gana nedaug (4,17%). Iš dabar turimų duomenų matyti, kad grynai plieniniai dirbiniai Lietuvoje pasirodė apie m. e. IV a. Tai peiliai iš Voropniškių (Vilniaus raj.) ir Mignonų (Prienuj raj.). V—XIII a. jų skaičius mažėja. Tai galima paaiškinti tuo, kad V—XIII a. plačiau pradėti taikyti kiti gamybos technologijos tipai, kuriems reikėjo mažiau plieno, o dirbinio kokybė liko aukšta.

M. e. I tūkstantmečio pirmojoje pusėje grynai plieninių dirbinių daugiau rasta vidurio ir rytų Lietuvoje, o IX—XIII a. — vakarų Lietuvoje.

Tenka pažymėti, kad nedaug gryno plieno dirbinių aptikta ir kaimyniniuose kraštuose — Latvijoje, senovės Rusijoje, Lenkijoje. Jie buvo labai brangūs, neekonomiški, todėl Vakarų Europoje grynai plieniniai dirbiniai išnyksta apie II m. e. a., užleisdami vietą pagamintiesiems ekonomiškiesiems gamybos technologijos tipais. Vidurio Europoje pavienių grynai plieninių dirbinių sutinkama iki XI a.

Kita II—XIII a. gana plačiai Lietuvos kalvių taikyta technologinė operacija buvo įanglinimas cementacija. Įanglinimo esmę sudaro tai, kad kalviai, įanglindami geležinio dirbinio paviršių, jam suteikdavo plieno savybių — kietumą ir aštrumą. Kaip buvo įanglinama (kalvės žaizdre ar specialiuose tigliuose), sunku pasakyti, tačiau iš tyrinėtų dirbinių matyti, kad atskirais laikotarpiais įanglinimo kokybė buvo skirtinga.

II—VII a. įanglinimas daugiausia negilus, anglies kiekis nedidelis, svyruoja nuo 0,1 iki 0,4%. Tokiam įanglinimo laipsniui pasiekti, galimas dalykas, visiškai pakakdavo kalvės žaizdro, padidinus jame anglies kiekį.

VIII—XIII a. nukaltų įrankių ir ginklų įanglinimas jau žymiai gilesnis, anglies kiekis daugiausia svyruoja nuo 0,5 iki 0,83%. Tai rodo, kad šiuo laikotarpiu Lietuvos kalviai įsisavino naują, tobulesnį įanglinimo būdą, galimas dalykas, pradėjo naudoti specialius tiglius.

Tyrinėtų geležies dirbinių analizės rodo, kad įanglinimas buvo taikomas ir kaip papildoma priemonė, leidžianti padidinti kietumą dirbinių, pagamintų kitais technologijos tipais, daugiausia iš mažaanglio plieno. Gana dažnai aptinkamas papildomas „paketavimo“ būdu pagamintų dir-

<sup>9</sup> R. Pleiner, Staré evropské kovařství, Praha, 1962 (žr. suvestinę lentelę). Straipsnyje, kalbant apie įvairių technologijos tipų taikymą Vakarų ir Vidurio Europoje, naudotasi R. Pleinerio duomenimis, pateiktais minėtajame darbe.



binių įanglinimas. II—XIII a. įanglinimas taikytas visų darbo įrankių ir ginklų, o ypač plačiai ietigalių plunksnų gamyboje.

Teritoriniu ir chronologiniu požiūriu II—XIII a. įanglinimas Lietuvoje taikytas nevienodai. Kaip matyti iš pateiktos suvestinės lentelės, visais laikotarpiais įanglinimas plačiau taikytas vakarų ir vidurio Lietuvoje.

Chronologiškai įanglinimas plačiau taikytas II—IV a. (27,06%) ir IX—XIII a. (30,05%). V—VIII a. pastebimas žymus įanglinimo sumažėjimas (17,48%).

II—XIII a. įanglinimas plačiai taikytas Latvijoje<sup>10</sup>, Lenkijoje<sup>11</sup>, senovės Rusijoje, tačiau iš ten duomenų turime tik iš I—V ir IX—XIII a.<sup>12</sup> Vakarų Europoje įanglinimas plačiai taikytas maždaug iki m. e. I tūkstantmečio vidurio, o Vidurio Europoje — iki pat XIII a., tačiau ir ten labiausiai jis buvo paplitęs paskutiniais šimtmečiais prieš m. e. ir m. e. I—IV a. Todėl neatsitiktinai R. Pleineris, tyrinėjęs senovės kalvystę Europoje, nurodo, kad įanglinimas yra visų paprasčiausias gamybos technologijos tipas, plačiausiai taikytas „barbarų“ kraštuose<sup>13</sup>.

II—XIII a. Lietuvoje taikytas ir kelių skirtingo metalo juostų suvirinimas. Išskiriami trys šios technologinės operacijos tipai: 1) vadinamasis „paketas“, kuriame pastebimas įvairus juostų skaičius, 2) trijų juostų suvirinimas, 3) dviejų juostų suvirinimas.

Kaip galima spręsti iš suvestinės lentelės, II—XIII a. Lietuvoje kalviai plačiausiai taikė „paketa vimą“. Stebint dirbinius, pagamintus šiuo būdu, matyti, kad jų ašmenis (kirvių) arba geležtes (peilių, piautuvų, dalgių) sudaro po kelias geležines ir plienines juosteles. Juostelių skaičius nevienodas: būna po 3—4 plienines ir tiek pat geležinių. Vienuose dirbiniuose pastebimos 2—2,5 mm storio plieninės ir geležinės juostelės, tačiau dažniausiai jų storis siekia 1—1,5 mm. Kyla klausimas, kaip buvo gaminamas „paketas“. Ten, kur geležinės ir plieninės juostos storos (daugiausia randamos II—VIII a. įmoviniuose kirviuose, peikenose), nėra abejonės, kad jos suvirintos, gaminant minėtų dirbinių ašmenis. Tačiau „paketą“, aptinkamą II—XIII a. peilių, dalgių, piautuvų geležtėse, reikia traktuoti kaip išankstinį suvirinimą, ruošiant žaliavą. Šios rūšies „paketą“ sudaro geležinės bei plieninės juostelės ir gan dažnai — tik plieninės. „Paketinė“ žaliava galėjo būti paruošiama taip: 1) kalvis nukaldavo iš geležies atitinkamo pločio juostą, 2) ją dėdavo į kalvės žaizdrą ir kaitindavo (kaitinimo metu, esant 900° temperatūrai, juostos paviršius

<sup>10</sup> A. Anteins, Dzelzs un tērauda..., p. 9—47.

<sup>11</sup> J. Piaskowski, Metaloznawcze badania... ze Śląska, p. 141—152; J. Piaskowski, Metaloznawcze badania... w Biskupinie, p. 193—213.

<sup>12</sup> Г. А. Вознесенская, Металл Троицкого городища, Археология и естественные науки, т. 14, 1965, p. 129—138; Б. А. Колчин, мин. veik., p. 74, 141—144.

<sup>13</sup> R. Pleiner, мин. veik., p. 123.

įsianglindavo), po to sulenkdamo, suvirindavo, gautą dalį vėl kaitindavo, kaldamas lenkdavo, suvirindavo. Šią procedūrą kartodavo 3—4 kartus, kol gaudavo atitinkamo storio geležinę sijelę, tačiau ji jau nebuvo geležinė. Įsianglinęs paviršius sudarė plieninius sluoksnius, o toliau nuo paviršiaus liko geležis. Vėliau iš tokios žaliavos buvo kalami įvairūs dirbiniai, kuriuose pastebimas „paketas“— geležies ir plieno sluoksneliai juostelės.

Grynai plieninių juostelių „paketo“ paruošimą aprašo A. Fulonas. Pasak jo, kalvis dėdavo geležies kritę į žaizdrą ir atitinkamą laiką ją kaitindavo, esant didelei anglies koncentracijai. Žaizdre kritės paviršius įsianglindavo. Po to kritė vandenyje buvo ataušinama. Ataušusią kritę apdaužant kūju, jos paviršiuje susidaręs plieninis sluoksnis nukrisdavo. Ši procedūra buvo kartojama, kol kritė visiškai sunykdamo. Gautieji plieniniai sluoksneliai kalvės žaizdre buvo suvirinami į vieną monolitinį gabalą<sup>14</sup>. Ši „paketavimo“ būdą II—XIII a. Lietuvos kalviai, matyt, yra žinoję ir gana plačiai jį taikę.

Tos pačios nuomonės, kad „paketas“ buvo gaunamas išankstinio žaliavos paruošimo metu, laikosi R. Pleineris<sup>15</sup> ir F. Tailekotas<sup>16</sup>: Anglijoje ištirti geležies žaliavos pusfabrikačiai („cerreny“ bars), kurie buvo mainų objektas, buvo paruošti „paketine“ technologija<sup>17</sup>. Kalviai, kaldami dirbinius iš tokio „paketo“, visuomet gaudavo kokybišką įrankį, nes plieninės juostelės teikė jam reikiamo aštrumo ir kietumo; įrankis buvo ir plastiškas, nes geležinės juostelės teikė lankstumo.

„Paketo“ plieninėse juostelėse anglies kiekis nedidelis, svyruoja nuo 0,2 iki 0,4%. Todėl „paketinio“ dirbinio paviršius dažnai būdavo dar papildomai įanglinamas. IX—XIII a. iš „paketo“ kartais buvo nukalama geležtė, o ašmenis sudarydavo privirinta plieninė juosta (tokią geležtę turi kalavijas iš Kūly, Skuodo raj.).

„Paketiniai“ dirbiniai daugiausia buvo kokybiškesni už vidutinio įanglinimo dirbinius, mat, „pakete“ plieninės juostelės giliai nueina į dirbinio korpusą-geležtę, tuo tarpu negiliai įanglintuose dirbiniuose, ilgiau juos naudojant, galandant; plieninis įanglintas paviršius nudyta, ir įrankis lieka grynai geležinis.

Chronologiniu požiūriu „paketavimas“ taikytas taip pat nevienodai. Kaip matyti iš lentelės, plačiausiai jis taikytas II—IV a. Tuo metu juo nukalta 31,77% visų tirtų dirbinių. Vėlesniais laikotarpiais jo taikymas mažėja — V—VIII a.— 19,58%, o IX—XIII a.— 11,83%. Visa tai sąlygo-

<sup>14</sup> А. Ф. Фулон, О выделке железа в сыродутных печах, СПб., 1819, p. 8.

<sup>15</sup> R. Pleiner, *min. veik.*, p. 122.

<sup>16</sup> R. F. Tylecote, *Metallurgy in archaeology*, London, 1962, p. 210.

<sup>17</sup> Ten pat.

jo naujų, žymiai kokybiškesnių technologijos tipų plitimas. „Paketą“ pamažu pakeitė 3 juostų suvirinimas, plieninių ašmenų privirinimas.

Teritoriniu požiūriu visais laikotarpiais „paketavimas“ plačiau taikytas vakarų ir vidurio Lietuvoje. Jis naudotas daugiausia kirvių, peilių, piauutvų, dalgių, ietigalių ir kalavijų gamyboje.

Kaip matyti iš A. Anteino tyrinėtų geležinių dirbinių makrošlifų, Latvijoje iš „paketinės“ žaliavos buvo gaminami kirviai<sup>18</sup>. Pavienių tokių dirbinių rasta Lenkijoje, kur jie šitaip imti gaminti dar prieš m. e.<sup>19</sup> Čekijoje aptikta I—VI a. taip pagamintų kirvių ir ietigalių<sup>20</sup>. Prancūzijoje taip pat rasta III—I a. prieš m. e. ir vėliau iš „paketo“ nukaltų kalavijų ir kirvių<sup>21</sup>. Anglijoje I—VI a. dalis iš „paketo“ nukaltų kalavijų, kirvių, piauutvų turėjo privirintus plieninius ašmenis<sup>22</sup>.

Taigi šis technologijos tipas Vakarų Europoje paplito palyginti anksčiau — dar prieš m. e. Į Lietuvą jis bus patekęs drauge su įsisavintu geležies lydymu ir gan ilgą laiką buvo taikytas įvairių dirbinių gamyboje.

Panašus į „paketavimą“ yra trijų juostų suvirinimas, tačiau pastarasis skiriasi tuo, kad čia jau sąmoningai suvirinamos tik 3 juostos — dvi geležinės ir viena plieninė — taip, kad geležinės juostos liktų dirbinio geležtės šonuose — paviršiuje, o plieninė — viduryje. Prasikišęs plieninės juostelės galas sudarė ašmenis. Pasitaiko atvejų, kai suvirinamos visos trys plieninės juostelės. Šiuo atveju geresnės kokybės, t. y. didesnio anglies kiekio (0,4—0,7% C), plieno juosta buvo įvirinama tarp mažaanglio plieno (0,2—0,4% C) juostų.

Šio technologijos tipo teigiama pusė, pirma, yra ta, kad sutaupoma plieno, o dirbinio kokybė tokia pati, lyg jis būtų ištiesai plieninis; antra, šoninės geležinės juostelės teikė plastiškumą, įrankis ne taip greit lūždavo. Tačiau 3 juostų suvirinimas yra gana sudėtingas procesas. Jį taikė tik didelę patirtį turį kalviai, gerai žinantys technines bei mechanines geležies ir plieno savybes, jų suvirinimo temperatūros režimą, nes, jo nesilaikant, virinant 2—2,5 mm storio plieninę juostelę galėjo išsianglinti.

Šis technologijos tipas Lietuvoje pasirodė II—IV a., tačiau taikytas gan retai ir iš pradžių tik kirvių ir peikenų gamyboje, kur buvo suvirinamos žymiai storesnės juostelės. Iš V—VIII a. šiuo technologijos tipu pagamintų dirbinių turime daugiau — 11,19% visų tirtųjų. Minėtuojau laiko-

<sup>18</sup> A. Anteins, *Dzelzs un tērauda...*, p. 8 (12, 14 pav.).

<sup>19</sup> J. Piaskowski, *Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych z okresu halsztackiego i wczesnoląteńskiego, znalezionych na Śląsku*, *Przegląd archeologiczny*, t. XII, Wrocław, 1960, p. 134.

<sup>20</sup> R. Pleiner, *min. veik.*, p. 117—142.

<sup>21</sup> E. Salin, *La civilisation mérovingienne d'après les sépulture les textes et la laboratoire troisième partie, les techniques*, Paris, 1957, p. 28—55.

<sup>22</sup> R. F. Tylecote, *min. veik.*, p. 211—270.

tarpiu jis pradėtas taikyti kalavijų ir peilių geležčių gamyboje. Ankstyviausias šitaip pagamintas peilis yra iš Maudžiorų (Telšių raj.) VI a. datuojamo kapo, o kalavijas — iš Paežerio (Šilalės raj.) VII—VIII a. kapo. Peilių, dalgių, piautuvų gamyboje plačiau taikyti jis pradėtas IX—X a. Todėl IX—XIII a. iš trijų juostų suvirinti įrankiai sudaro 14,8% visų tirtųjų to meto geležies dirbinių. Nors šis technologijos tipas žinotas ir taikytas visoje Lietuvoje, tačiau labiau paplitęs vakarų ir vidurio Lietuvoje.

II—VIII a. jis retai taikytas ir Latvijoje, kiek daugiau Lenkijoje; šiuose kraštuose ir senovės Rusijoje jis įsivyrąja taip pat tik IX—X a.

Vakarų Europoje jis pradėtas taikyti dar I tūkstantmečio prieš m. e. viduryje ir ypač plačiai I—IV a., o Vidurio Europoje, nors ir buvo žinomas I tūkstantmetyje prieš m. e. ir m. e. pradžioje, plačiau įsivyravo tik V—IX a.

II—XIII a. Lietuvos kalviams buvo žinomas ir dviejų juostų suvirinimas. Ši technologija yra žymiai paprastesnė už trijų juostų suvirinimą, tačiau, derinant geležinę ir plieninę arba abi plienines (tik skirtingo anglies kiekio) juostas, buvo gaunamas kokybiškas įrankis. Mat, suvirinant dvi juostas, taip pat kaip ir tris, plieninės juostos kraštas buvo paliekamas — iškišamas ir sudarė ašmenis.

Šis technologijos tipas Lietuvoje pasirodė II—IV a. peilių, piautuvų ir kirvių gamyboje. Vėliau — V—VIII a. — jis taikytas plačiau, pradėtos gaminti net kalavijų geležtės. Šitokią geležtę turi kalavijas iš Paežerio (Šilalės raj.) kapo Nr. 10. IX—XIII a. šio tipo taikymas mažėja, nes jį palaipsniui išstumia trijų juostų suvirinimas ir plieninių ašmenų privirinimas.

Dviejų juostų suvirinimas II—XIII a. taikytas visoje Lietuvoje, nors šitaip pagamintų dirbinių daugiau rasta vakarų ir vidurio Lietuvoje.

Kaimyninėje Latvijoje šis technologijos tipas pradėtas taikyti apie m. e. I tūkstantmečio vidurį kirvių ir piautuvų gamyboje, praktikuojamas V—VIII ir IX—XIII a. laikotarpiais<sup>23</sup>, Lenkijoje ir Rusijoje — II—IV a. peilių gamyboje<sup>24</sup>. Šiuose kraštuose kalviai kartais jį dar taikė ir IX—XIII a. Kaip plačiai šis technologijos tipas II—XIII a. buvo paplitęs kituose Vidurio ir Vakarų Europos kraštuose, duomenų neturime.

VI—VIII a. Lietuvoje pasirodo visai naujas geležinių dirbinių gamybos technologijos tipas — plieninių ašmenų privirinimas.

Gaminant dirbinius šiuo būdu, jų geležtės ar korpusai buvo nukalami iš geležies arba mažaanglio (0,2—0,4% C), nevienodo anglies koncent-

<sup>23</sup> A. Anteins, *Dzelzs un tērauda...*, p. 17—37.

<sup>24</sup> J. Piaskowski, *Dalsze badania metaloznawcze przedmiotów żelaznych z Igołomi, pow. Proszowice, Wiadomości archeologiczne*, t. 32 (3—4) Warszawa, 1966, p. 472; Г. А. Вознесенская, *мин. веки*, p. 130.

rato plieno, o kokybei pagerinti buvo privirinami plieniniai ašmenys. Todėl tokie dirbiniai niekuo nesiskyrė nuo grynai plieninių dirbinių arba dirbinių, pagamintų, suvirinus tris ar dvi juostas. Pats gamybos būdas buvo irgi žymiai paprastesnis ir greitesnis. Todėl, augant kokybiškų dirbinių paklausai, pradėjus vis daugiau jų gaminti rinkai, Lietuvos kalviai perėjo prie šio techniniu požiūriu paprastesnio technologijos tipo.

Plieninių ašmenų privirinimas iš pradžių taikytas tik kirvių gamyboje. Seniausi dabar žinomi taip pagaminti kirviai yra iš Reketės ir Tūbausių (Kretingos raj.) VI—VII a. kapų. Tačiau plačiausiai jis taikytas X—XIII a. Tuo laikotarpiu taip nukalti įrankiai sudaro 12,32% tirtųjų to meto geležies dirbinių.

Teritoriniu požiūriu VI—VIII a. plieninių ašmenų privirinimas taikytas vakarų ir vidurio Lietuvoje, o IX—XIII a.— jau visoje Lietuvoje, bet daugiau dirbinių, pagamintų šiuo būdu, rasta vidurio ir vakarų Lietuvoje. Jis buvo žinomas ir kitų baltų genčių kalviams. Antai V—VIII a. jis randamas Latvijoje, kur taikytas piautuvų ir kirvių gamyboje<sup>25</sup>. Lenkijoje<sup>26</sup> ir Čekijoje<sup>27</sup> šiuo laikotarpiu taip buvo gaminta dalis peilių ir daggių. Tačiau minėtuosiuose kraštuose, taip pat senovės Rusijoje, kaip ir Lietuvoje, kalbamasis technologijos būdas įsivyrąja tik X—XI a.

Vakarų ir Vidurio Europoje plieninių ašmenų privirinimas pradėtas taikyti I tūkstantmečio prieš m. e. viduryje. Vakarų Europoje jis labiausiai buvo paplitęs I—IV a., o Vidurio Europoje — VII—XIII a.

Didžiausiu Lietuvos kalvių pasiekimu geležies dirbinių gamybos technologijos srityje tenka laikyti damaskinio plieno dirbinius. Autoriaus apžvelgti ir ištirti 8 ietigaliai damaskinėmis plunksnomis. Be to, 14 ietigalių ir 2 kalavijus, kurie pagaminti taip pat iš damaskinio plieno ir rasti Lietuvoje, yra ištyręs A. Anteinas<sup>28</sup>. Visų šių ietigalių plunksnos suvirintos iš geležinių ir plieninių juostelių. Kai kurių ietigalių plieninės juostos, prieš jas suvirinant, tordiruotos. Todėl, nukalus ietigalio plunksną, išryškėdavo dantytas raštas. Plieninių ir geležinių juostelių išsidėstymas plunksnoje gana įvairus: nuo plunksnos ašies eina po 2—3 plienines juosteles. Dauguma damaskinio plieno ietigalių turi plieninius ašmenis.

A. Anteino ir straipsnio autoriaus tirtieji ietigaliai damaskinėmis plunksnomis rasti daugiausia šiaurės vakarų Lietuvos dalyje ir datuojami X—XIII a. Yra duomenų, kad paskiri damaskiniai ietigaliai buvo pa-





<sup>25</sup> A. Anteins, Dzels un tērauda..., p. 15—17.





<sup>26</sup> J. Piaskowski, Metaloznawce badania... w Biskupinie, p. 210.

<sup>27</sup> R. Pleiner, min. veik., p. 153—156.

<sup>28</sup> А. К. Антейн, Древнее оружие из дамасской стали в Литве, Материалы VI-й конференции по истории науки в Прибалтике, Вильнюс, 1961, p. 78; A. Anteins, Im Ostbaltikum gefundene..., p. 113.

TECHNOLOGIJOS TIPAI IR JŲ PASKIRSTYMAS LIETUVOJE II—XIII a.

Eil. Nr.	Technologija	Amžiai	Sritis	II—IV		V—VIII		IX—XIII		
				Skaičius	Bendras skaičius	Skaičius	Bendras skaičius	Skaičius	Bendras skaičius	
					%		%		%	
1		Geležiniai	V	2		15		12		
			C	5	14	6	51	16	29	14,29
			R	7	16,47	30	35,66	1		
2		Plieniniai	V	1		—		4		
			C	1	5,88	1	2	5	11	5,42
			R	3		1		2		
3		Įanglinti	V	12		7		33		
			C	8	27,06	10	25	18	61	30,05
			R	3	23	8		10		
4		„Paketiniai“	V	10		16		10		
			C	11	31,77	10	28	13	24	11,83
			R	6	27	2		1		

Eil. Nr.	Technologija	Amžiai	Sritis	II-IV			V-VIII			IX-XIII		
				Skai- čius	Bend- ras skai- čius	%	Skai- čius	Bend- ras skai- čius	%	Skai- čius	Bend- ras skai- čius	%
5		Trijų juostų	V	—	7	8,23	8	16	11,19	17	30	14,8
			C	6	—	—	4	—	—	11	—	—
			R	1	—	—	4	—	—	2	—	—
6		Dviejų juostų	V	4	9	10,59	8	17	11,89	6	15	7,34
			C	4	—	—	7	—	—	6	—	—
			R	1	—	—	2	—	—	3	—	—
7		Privirinti ašmenys	V	—	—	—	2	4	2,8	16	25	12,32
			C	—	—	—	2	—	—	7	—	—
			R	—	—	—	—	—	—	2	—	—
8		Damaskiniai	V	—	—	—	—	—	—	8	8	3,95
			C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			R	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Iš viso:

85

143

203

V — Vakary Lietuva, C — Centrinė Lietuva, R — Rytų Lietuva

tekę ir į kitas Lietuvos sritis. Antai 1971 m. vienas toks ietigalis rastas šiaurinėje Užnemunės dalyje, Pakalniškių kapinyne <sup>29</sup>.

Iš X—XIII a. daug damaskinio plieno ietigalių rasta Latvijoje ir Estijoje <sup>30</sup>. Vadinas, čia, Baltijos jūros baseine, minimuoju laikotarpiu (X—XIII a.) susidarė tarsi atskira jų gamybos sritis, kuri apėmė ir Lietuvos šiaurės vakarų kampą. Rusioje iš X—XI a. žinomas damaskinio plieno peilis <sup>31</sup>, du damaskiniai peiliai iš šio laikotarpio rasti ir Lenkijoje <sup>32</sup>.

Vakarų Europoje, pasak Pleinerio, damaskiniai dirbiniai pradėti gaminti I a. prieš m. e., tačiau R. F. Tailekotas yra tos nuomonės, kad jie pasirodė ne anksčiau kaip II m. e. amžiuje <sup>33</sup>. Ypač jie buvo paplitę II—V a. Tai rodo ir tas faktas, kad netoli Nydamo, Danijoje, vienoje pelkėje rasti 3 laivai, kuriuose aptikta daugiau kaip šimtas kalavijų damaskinio plieno geležtėmis <sup>34</sup>. Daug damaskinio plieno ietigalių ir kalavijų geležčių rasta Prancūzijoje Merovingų epochos paminkluose <sup>35</sup>. Apie V—VI a. damaskinio plieno dirbiniai sutinkami jau ir Anglijoje <sup>36</sup>. Vidurio ir Rytų Europoje dirbiniai iš damaskinio plieno pasirodė V—VI a., kaip importas iš buvusių Romos provincijų. Tačiau labiausiai jie paplito tik IX—X a. Galimas dalykas, kad ir X—XIII a. dalis damaskinio plieno ietigalių ir kalavijų į Lietuvą galėjo patekti prekiaujant.

Išvardytieji geležies dirbinių gamybos technologijos tipai, jų raida, taip pat analogiškų technologijos tipų taikymas kaimyniniuose kraštuose rodo, kad II—XIII a. Lietuvos kalviai techniniu požiūriu lygiavosi į savo kaimynus. Tiesa, jaučiamas skirtumas tarp atskirų technologijos tipų taikymo apimties. Pavyzdžiui, Lenkijoje plieninių ašmenų privirinimas m. e. I tūkstantmečio II pusėje paplitęs labiau, taikytas net peilių gamyboje, o Lietuvoje — tik kirvių.

Iš kokių sričių į Lietuvą ateidavo minėtieji technologijos tipai, sunku pasakyti. Tačiau viena aišku: visi jie pirmiausia pasirodė Vakarų ir Vidurio Europoje, o vėliau plito į kitas sritis, jų tarpe ir į Lietuvą. Tai matyti iš „paketavimo“. M. e. pradžioje jis plačiai taikomas Vakarų Europoje, randamas Čekijoje, Lenkijoje, gana gausiai aptinkamas vakarų ir vidurio Lietuvoje. Apskritai, vakarinėje Lietuvos dalyje taikytieji technologijos tipai pasirodė anksčiau ir tik vėliau paplito kitose Lietuvos srityse. Visa tai, kaip ir kita archeologinė medžiaga, rodo, kad Lietuvos

<sup>29</sup> J. Antanavičiaus tyrinėjimai. Radinys yra Kauno Valstybiniame istorijos muziejuje.

<sup>30</sup> A. Anteins, Structure and manufacturing techniques..., p. 556.

<sup>31</sup> Б. А. Колчин, мин. veik., p. 80.

<sup>32</sup> J. Piaskowski, Gdańsk wczesnośredniowieczny..., p. 91, 109.

<sup>33</sup> R. F. Tylecote, мин. veik., p. 213.

<sup>34</sup> Ten pat, p. 250.

<sup>35</sup> E. Salin, мин. veik., p. 14—21, 58—68.

<sup>36</sup> R. F. Tylecote, мин. veik., p. 250.



vakarinės dalies gyventojai palaikė intensyvius ryšius su Vidurio ir Vakarų Europa.

Tai, kad geležies ir plieno dirbinių gamybos technologijos tipai anksčiau įsisavinti Vakarų ir Vidurio Europoje, suprantama. Austrijos, pietvakarinėse Lenkijos ir kt. teritorijose jau I tūkstantmetyje prieš m. e. buvo pradėta kasti geležies rūdą ir iš jos lydyti geležį. Čia 600—700 metų anksčiau, negu Rytų Pabaltijyje, pradėta gaminti didelius kiekius geležies žaliavos, kalti geležinius įrankius, ginklus, buities reikmenis. Vis didėjantis geležies dirbinių poreikavimas sudarė palankias sąlygas tų kraštų kalviams kaupti patirtį ir tobulinti geležinių dirbinių gamybos technologiją.

Tačiau tebėra neaišku, koku būdu šis anų sričių kalvių patyrimas pasiekdavo Lietuvos teritorijoje gyvenusius kalvius, kaip jie įsisavindavo naujus technologinius tipus, žinomus kaimyninėse ar tolimesnėse srityse. Gal juos turėdavo kartais iš naujo atrasti?

Trūksta medžiagos, kad Lietuvos kalvių taikytą technologiją būtų galima palyginti su ano meto Švedijos, Gotlando kalvių technologija, o su šia sritimi bent nuo m. e. I tūkstantmečio vidurio buvo palaikomi vis gyvesni ryšiai. Labai mažai turime duomenų (metalografinių tyrinėjimų) iš rytinių kaimynų I—VIII a., todėl ne visada aišku, kokių panašumų ar skirtumų būta tarp tų sričių.

Iš ištirtų geležinių dirbinių gamybos technologijos tipų matyti, kad II—XIII a. kalvystės vystymąsi Lietuvoje chronologiškai galima suskirstyti į du laikotarpius: II—VII a. ir VIII—XIII a.

Iš II—VII a. daugiausia rasta geležinių dirbinių, pagamintų iš „pakietinės“ žaliavos. Plačiai taikytas įanglinimas, atsiranda dviejų ir trijų juostų suvirinimas. Du pastarieji sutinkami jau II—IV a., tačiau dviejų juostų suvirinimas taikytas plačiau, o trijų juostų suvirinimas — tik kirvių ir peikenų ašmenų gamyboje. Apie IV a. Lietuvoje pasirodė ir pavieniai grynai plieniniai dirbiniai.

II—VII a. dar gausiai naudoti grynai geležiniai dirbiniai. Gana daug jų yra iš V—VII a. Apskritai, nors V—VII a. bendras geležinių dirbinių kiekis padidėja, kiek patobulėja dirbinių formos, tačiau jaučiamas pačios technologijos sustingimas. Žymiai rečiau taikomas įanglinimas, mažiau terasta grynai plieninių ir pagamintų iš „pakietinės“ žaliavos dirbinių.

Nuo VIII a. pastebimas kalvystės lygio kilimas. VIII—XIII a. daugiau kaip perpus sumažėja grynai geležinių dirbinių kiekis, pagausėja grynai plieninių. Labai plačiai imta taikyti įanglinimą, kuris šiuo metu skiriasi nuo ankstyvojo ne vien savo kiekybe, bet ir kokybe — jis žymiai vienodesnis, gilesnis, gaminyje didesnis anglies kiekis. Matyt, VIII—XIII a. pradėta taikyti naujus, tobulesnius įanglinimo būdus. Labiau pa-

plinta trijų juostų suvirinimas, kuris jau taikytas peilių, kalavijų, dalgių, piauatuvų geležčių gamyboje. Apie VIII a. pasirodo dirbiniai su privirintais plieniniais ašmenimis; IX—XIII a. jie sudaro jau 12,32% visų tirtų dirbinių. Tuo pat metu darosi retesnis dviejų juostų suvirinimas, mažėja dirbinių iš „pakietinės“ žaliavos. Jie, matyt, buvo išstumiami tobulesnių gamybos būdų. Be to, atrodo, kad VIII—XIII a. laikotarpį būtų tikslinga suskirstyti į du periodus. Didesnė pažanga kalvystės srityje pastebima nuo X—XI a. Kaip tik tuo metu ypač plačiai pradedama taikyti plieninių ašmenų privirinimą įrankiams ir damaskinį plieną vartoti ginklams. Pačių įrankių formos darosi įvairesnės, tobulesnės, kaip, pavyzdžiui, plačiaašmeniai kirviai; šalia kalavijo atsiranda naujų formų kovos kirviai, paplinta žymiai įvairesnių formų ietigaliai.

Lieka neaiškūs kai kurie klausimai, kaip, pavyzdžiui, paties „pakietavimo“ kilmė. Tai gali būti žaliavos paruošimo būdas, bet gali „paketas“ susidaryti ir geležies lydymo metu. Nežinoma, nuo ko priklausė geležies kokybė, jos švarumas šlako požiūriu (rytinėje Lietuvos dalyje ji švaresnė): ar tai lydymo proceso nevienodumas atskirose Lietuvos dalyse, ar skirtinga pačios geležies rūdos kokybė. Tebėra neaišku, dėl kurių priežasčių V—VII a. kalvystė tarsi sustingsta. Damaskiniai dirbiniai daugiausia rasti šiaurės vakarų Lietuvos dalyje, tačiau iki šiol nežinoma, kur buvo jų gamybos centras, kokia jų dalis buvo įvežama ir iš kur.

Yra ir daugiau tokių dar neišaiškintų kalvystės vystymosi klausimų. Pavyzdžiui, prie daugelio Lietuvos piliakalnių, taip pat kai kuriose gyvenvietėse toliau nuo piliakalnių rasta geležies šlako, liudijančio, kad geležis buvo gaminama beveik kiekvienoje gyvenvietėje. Tai patvirtina ir geležies lydymo krosnelės, aptiktos Paplinio (Telšių raj.), Aukštadvario (Trakų raj.), Lavariškių ir Nemenčinės (Vilniaus raj.) ir kituose tyrinėtuose piliakalniuose bei šalia jų esančiuose gyvenvietėse. Tačiau iki šiol neaišku, kur buvo kalvės, kur dirbo kalviai — ar kiekvienoje gyvenvietėje, ar tik stambesnėse, kokią sritį jie aprūpindavo savo gaminiiais, kokius jie naudojo įrankius. Tai vis klausimai, kuriems išspręsti dar trūksta konkrečių duomenų.

Galimas daiktas, į tai padės atsakyti tolimesni geležies dirbinių, geležies gargažių, kričių ir pačios balų rūdos tyrinėjimai.

Baigiant reikia priminti, kad visa kalvystės raida buvo glaudžiai susijusi su ūkio ir visuomeninių santykių vystymusi. Iš vienos pusės, geležiniai įrankiai lengvino gamybą, spartino žemdirbystę, sudarė sąlygas jai tapti svarbiausiu verslu jau m. e. pradžioje. Iš kitos pusės, tobulesni įrankiai padėjo individualiam šeimos ūkiui vystytis ir privedė prie pirmąsias bendruomenės suirimo. Pirmąsias bendruomenės suirimas, atskirų šeimų, kaip ūkinio vieneto, išsiskyrimas skatino darbo pasidalijimą

ir mainius, o tuo pačiu sudarė sąlygas intensyvesniam kalvystės vystymuisi, nes kalviai buvo svarbiausių ano meto įrankių gamintojai. Didėjanti turtinė nelygybė, privedusi prie klasinės visuomenės susidarymo, atskirų turtingų žemvaldžių feodalų klasės susiformavimo, skatino tobulėnį ginklų pareikalavimą, intensyvinio ryšius su kaimyninėmis feodalinėmis slavų ir Vakarų Europos valstybėmis. Tai savo ruožtu veikė pačią kalvystę, vedė prie kalvių diferenciacijos — jų darbo specializacijos. Sukaupti kalvių įgūdžiai darė įtakos ir įrankių gamybai. Todėl kartu su klasinės visuomenės susidarymu X—XI a. pastebima žymi kalvių taikytų technologijos tipų kaita.

## РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЛИТВЕ

И. СТАНКУС

### Резюме

В статье рассматривается проблема развития производства железных изделий на территории Литвы в II—XIII вв. Для исследования этой проблемы привлечены данные металлографических анализов 431 железного изделия, из них 272 орудий труда (ножи, топоры, ножницы, косы, серпы, пещни, шилья, гарпуны) и 159 предметов оружия (мечи, наконечники копий и стрел, боевые ножи и топоры).

Металлографические анализы показали, что во II—XIII вв. кузнецы при производстве указанных железных изделий применяли следующие технологические операции: свободную ковку железа и стали, сварку разного металла, науглероживание железных изделий и термическую обработку (закалку).

Во II—XIII вв. широко применялась свободная ковка железа и стали. **Цельножелезные** по отдельным периодам занимали следующий удельный вес среди всех железных изделий: в II—IV вв.—16,47%, в V—VIII вв.—35,66%, в IX—XIII вв.—14,29%. Территориально цельножелезных изделий в II—VII вв. было больше найдено в Восточной Литве, а VII—VIII вв.—в Центральной и Западной Литве.

**Цельностальные** изделия периода II—XIII вв. составляют только 4,17% всех исследованных изделий. **Науглероживание (цементация)** в II—VIII вв. использовалось довольно широко, но по отдельным периодам неравномерно. Так, во II—IV вв. изделия подобного производства составляли 27,06% всех исследованных изделий, в V—VIII вв.—17,48%, а в IX—XIII вв.—30,05%. Во всех периодах науглероживание шире применялось в Центральной и Западной Литве. Во II—VII вв. использовалось в основном неглубокое науглероживание, содержание углерода составляло 0,1—0,4%, а в VIII—XIII вв. его качество улучшается, содержание углерода достигает 0,5—0,83%.

При изучении сварки разного металла выделены следующие виды: 1) так называемое «пакетование», 2) сварка трех полос, 3) сварка двух полос.

**«Пакетование»** применялось в основном в изготовлении ножей, топоров, кос, серпов, мечей, наконечников копий и стрел. Этот вид сварки характерен главным образом для изделий из Западной и Центральной Литвы. Распространение пакетования по периодам: в II—IV вв.—31,77% всех изделий, в V—VIII вв.—19,58%, в IX—XIII вв.—11,83%.

**Сварку трех полос** (посередине стальная) стали применять уже в период II—IV вв., однако весьма редко и только в изготовлении лезвий пещен. В VI в. она используется для производства лезвий ножей, в VII в.—клинков мечей. Распространение этого типа сварки по периодам: II—IV вв.—8,23%, в V—VIII вв.—11,19%, в

IX—XIII вв.—14,8%. Применялась сварка трех полос в основном в Центральной и Западной Литве.

**Двухполосная** сварка появилась также в II—IV вв. (в данном случае сваривались стальная и железная полосы). В то время она встречается в 10,59% всех изделий, в V—VIII вв. уже в 11,89%, но в IX—XIII вв., когда возрастает применение трехполосной сварки и наварки стальных лезвий, этот вид используется меньше (7,34%). В период II—XIII вв. двухполосная сварка по всей территории Литвы была распространена почти равномерно.

В период V—VIII вв. кузнецы стали применять **наварку стальных лезвий**, сначала только в изготовлении лезвий топоров, а в IX—XIII вв.— клинков, ножей, кос, мечей. По этой технологии изготовлялось 12,32% всех изделий. Вначале наварка появилась в западной части Литвы, а в IX—XIII вв. распространилась по всему краю.

В период IX—XIII вв. наивысшим достижением кузнечного дела в Литве являются изделия из **дамасской стали**. Это в основном обнаруженные автором в музейных фондах перья 8 наконечников копий, которые изготовлены исключительно в северо-западной Литве. Однако, кроме этого, 14 наконечников копий и один меч из дамасской стали, найденные в Литве, выяснил А. Антейн (Латвия).

Сравнение технологии производства железных изделий в период II—XIII вв. в Литве и соседних странах (Латвии, Древней Руси, Польше) показывает, что кузнечное дело находилось примерно на одном уровне.