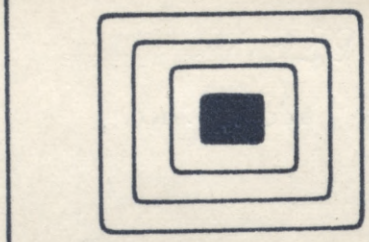
L 76-5
1

A. ANTEINS

MELNAIS METĀLS LATVIJĀ

A. ANTEINS

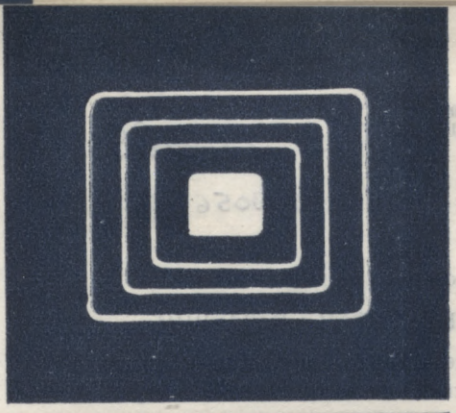
MELNAIS METĀLS LATVIJĀ



AR DARBA SARKANĀ KAROGA ORDENI
APBALVOTAIS
RĪGAS POLITEHNISKAIS INSTITŪTS

RĪGA 1976

L 76-5
T



A. ANTEINS

MELNAIS METĀLS LATVIJĀ

IZDEVNIECĪBA · ZINĀTNE · RĪGA 1976

6R3 (09)
An 791

Vīļa Lāča Latv. PSR
VALSTS BIBLIOTĒKA
76- 11,389

0309056086

Алексис Карлович Антейн

ЧЕРНЫЙ МЕТАЛЛ В ЛАТВИИ

(Ордена Трудового Красного Знамени
Рижский политехнический институт)

Издательство «Зинатне»

Рига 1976

На латышском языке

A. MEIERES makets un mākslinieciskais izveidojums

© Rīgas Politehniskais institūts, 1976

A $\frac{31101-001}{M811(11)-76}$ 77—76

PRIEKŠVĀRDS

Dzelzij un tās sakausējumiem ar oglekli — tēraudam un čugunam — ir izšķiroša nozīme sabiedrības attīstībā. Gandrīz 3000 gadu dzelzs ir galvenā izejviela darba rīku ražošanā un tādējādi nosaka ražošanas spēku līmeni. Ar dzelzs ražošanu no dzelzs rūdas sākās pāreja no sabiedrības zemākas attīstības pakāpes uz augstāku attīstības pakāpi.

F. Engelss rakstīja: «.. visas kultūras tautas pārdzīvoja savu varonības laikmetu, dzelzs šķēpa un līdz ar to dzelzs arkla un dzelzs cirvja laikmetu. Cilvēka kalpībā bija stājusies dzelzs — pēdējā un vissvarīgākā no visām izejvielām, kurām bijusi revolucionāra loma vēsturē.. Dzelzs padarīja iespējamu lopkopību lielā platībā; tā deva amatniekiem tik cietus darba rīkus, kuriem nevarēja stāties pretim neviens no toreiz zināmiem metāliem. Tas viss nenāca uz reizi; pirmā dzelzs bieži vien bija mīkstāka par bronzu.»*

Akmens un bronzas laikmeta vietā bija sācies dzelzs laikmets. Bet laiku, kurā mēs dzīvojam, pilnīgi pamatoti var saukt par tērauda laikmetu, jo mūsdienās ražo milzīgu daudzumu tērauda; pēdējos gados ražotais tērauda daudzums ir pieaudzis līdz 30—40 miljoniem tonnu gadā; 1972. gadā tas sasniedza 629,4 miljonus tonnu [169, b].

Padomju Savienībā tērauda un čuguna ražošanai piegriež lielu vērību. 1973. gadā saražots 131 miljons tonnu tērauda un 93,9 miljoni tonnu čuguna [38]. Šo metālu ražošanā PSRS ieņem pirmo vietu pasaulē.

Melnā metāla ražošanas attīstības milzīgie tempi rada lielu interesi par mūsu zemes metalurģijas vēsturi. Ar metalurģijas vēstures jautājumiem nodarbojas liels skaits speciālistu — gan vēsturnieki, gan metalurgi, gan ekonomisti. Rezultātā radušās daudzas grāmatas, raksti žurnālos [247, 203, 220 u. c.].

Par melnās metalurģijas vēsturi daudz grāmatu izdots arī ārzemēs [3, 74, 136 u. c.]. Pastāv starptautiska senās melnās

* Markss K., Engelss F. Ģimenes, privātīpašuma un valsts izcelšanās. — Darbu izlase 2 sējumos. 2. sēj. Rīga, LVI, 1959, 292. lpp.

metalurģijas pētīšanas komiteja ar sekretariātu pie Čehoslovakijas Zinātņu akadēmijas Prāgā; kopš 1966. gada tā apvieno metāla pētniekus visā pasaulē, periodiski izdod biļetenus par komitejas biedru publikācijām, dažādām sanāksmēm un konferencēm.

Šī darba piecās nodaļās autors ir sakopojis savus kopš 1953. gada publicēto rakstu un referātu raksturīgākos materiālus par Latvijas melnā metāla izstrādājumu tehnoloģiju, karsto apstrādi un metalurģijas vēsturi, papildinājis tos ar jaunāko pētījumu rezultātiem, kā arī ietvēris citu autoru nelielas piezīmes un rakstus par melno metālu.

Pirmajā nodaļā aptverts laiks no pirmajiem dzelzs izstrādājumiem Latvijā līdz XIII gs., kad vācu feodāļi iekaroja Latvijas teritoriju. Otrā nodaļa aptver laiku no XIII—XIV gs. līdz XVIII gs. sākumam, kad beidzās Ziemeļu karš un Latvijas teritoriju pievienoja Krievijas impērijai. Trešā nodaļa aptver laiku no XVIII gs. līdz pirmajam pasaules karam. Ceturtajā nodaļā raksturots periods starp abiem pasaules kariem un Lielā Tēvijas kara laiks. Piektā nodaļa sniedz ziņas par laika posmu no 1944. gada līdz 1958. gadam. Šāds iedalījums pamatojams ar to, ka dažādu periodu sākumā ražošanas līmenis bija ievērojami mazāks, bet līdz perioda beigām tas bija pakāpeniski palielinājies.

Dažādo melnā metāla izstrādājumu (priekšmetu) metalogrāfiskos pētījumus autors veicis Pētera Stučkas Latvijas Valsts universitātes Metālu tehnoloģijas katedrā, Rīgas Politehniskā institūta Metālu tehnoloģijas katedrā un Liepājas rūpnīcas «Sarkanais metalurgs» metalogrāfijas laboratorijā, kur lielu palīdzību sniedza katedras vecākais pasniedzējs J. Rotbaums un rūpnīcas laborante Ā. Grīnvalde; viņi izdarīja daudziem šlifiem pēdējo apstrādi, fotografēja izstrādājumus un struktūras.

Dzelzs sārņi ķīmiski analizēti Rīgas Vagonu rūpnīcā, Vissavienības Jūras ģeoloģijas un ģeofizikas zinātniskās pētniecības institūtā un Liepājas rūpnīcā «Sarkanais metalurgs»; petrogrāfiskās analīzes izdarītas LVU petrogrāfiskajā laboratorijā, spektrālās analīzes — Autoelektroaparātu rūpnīcā, rūpnīcā «Sarkanais metalurgs» un LVU spektrālās analīzes laboratorijā, kokogļu pētījumi — Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Mežtehnikas fakultātē. Salīdzināšanai sniegtas arī dažas ziņas par melnā metāla ražošanu un apstrādi kaimiņu zemēs, it īpaši Krievijas Federācijā.

Grāmatas tapšanas procesā lieti noderēja Latvijas PSR ZA Vēstures institūta vecākās zinātniskās līdzstrādnieces vēstures zinātņu kandidātes E. Šnores, Latvijas PSR Vēstures muzeja Arheoloģijas nodaļas vadītājas vēstures zinātņu kandidātes L. Vankinas un muzeja vecākā zinātniskā līdzstrādnieka vēstures zinātņu kandidāta V. Urtāna un citu zinātnisko līdzstrādnieku norādījumi. Lielu pateicību autors izsaka arī inženierei L. Taurei un laborantei S. Puhertei par daudzajām spektrālajām analīzēm, Liepājas «Sarkanā metalurga» centrālās laboratorijas ķīmiķiem un inženierim ķīmiķim A. Aucem.

Autors

I nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LĪDZ XIII GS. SĀKUMAM

Šajā nodaļā sakopoti materiāli par metalogrāfiski pētītajiem vairāk nekā 600 dažādajiem dzelzs un tērauda izstrādājumiem, kas iegūti izrakumos vai atrodas kādā muzejā. Apskatītas arī dzelzs ražošanas krāsnis vai to atliekas, dzelzs rūdas, kurināmais un dzelzs sārņi.

Tā kā vairākums materiālu ir par melnā metāla apstrādāšanu — izstrādājumu izgatavošanas tehnoloģiju —, ziņas par dzelzs ražošanu sniegtas nodaļas beigās. Atsevišķā grupā izdalīti zobeni un metinātā rakstainā (damascētā) tērauda šķēpi, atsevišķi aprakstīti arī dzelzs krici.

Izstrādājumu analīzes metode. Vispirms izstrādājumiem noteikta korozijas bojājuma pakāpe: ja korozija nav manāmi izmainījusi izstrādājuma konfigurāciju un galveno daļu (piemēram, nazim asmeni), tad bojājums nosaukts par nelielu; ja konfigurācija izmainīta, bet izstrādājuma galvenā daļa saglabājusies — par vidēju; ja priekšmeta konfigurācija izmainīta lielā mērā un galvenā daļa tikai daļēji saglabājusies, tad bojājums ir stiprs.

Makrostruktūras novērošanai sagatavotā izstrādājumu virsma vai griezuma vieta kodināta ar 10% HNO_3 šķīdinājumu ūdenī. Visi izstrādājumi satur sārņu ieslēgumus. Ja ar neapbruņotu aci makrostruktūrā sārņu ieslēgumus nevar saskatīt, bet tie redzami tikai caur lupu (paliel. 2,5×), tad tekstā norādīts, ka sārņu ieslēgumi ir nemanāmi, bet, ja tos var skaidri saskatīt, tad atzīmēts, ka sārņu ieslēgumi ir redzami. Zobenu asmeņu virsmas un damascētā tērauda šķēpu smailu lapu makrostruktūras novērošanai virsma kodināta ar 10—12% $CuCl_2 . NH_4Cl$ šķīdinājumu ūdenī.

Mikrostruktūra galvenokārt pētīta izstrādājumu darba daļas šķērsgriezumā. Lai noteiktu darba daļas uzbūves viendabīgumu, atsevišķiem izstrādājumiem mikrostruktūra pētīta arī divos šķērsgriezumos. Dažiem izstrādājumiem to izveidojuma īpatnību dēļ pētīts garengriezums.

Mikrostruktūras pētīšanai mikrošlifa virsma kodināta ar 4% HNO_3 šķidinājumu spirtā. Cementīta konstatēšanai izmantots nātrija pikrāta reaktīvs. Katram griezumam tika uzzīmēts mikrostruktūras sadalījums, norobežojot atsevišķu

sastāvdaļu laukumu ar līniju. Tādu sastāvdaļu laukumu apvienojums dod izstrādājuma tehnoloģisko shēmu.

Sārņu ieslēgumi pēc garuma izmēriem iedalīti trijās grupās: sīkos (garums līdz 150 mikroniem), vidējos (garums no 150 līdz 300 mikroniem) un rupjos (garāki par 300 mikroniem). Sārņu garums noteikts simtkārtīgā palielinājumā; arī struktūras raksturīgākās sastāvdaļas vai vietas fotografētas galvenokārt šādā palielinājumā.

Tā kā izstrādājumos oglekļa izkārtojums metālā ir nevienmērīgs, tad parasto tehnisko metodi ķīmiskā sastāva noteikšanai nevarēja izmantot. Šī metode izmantota tikai dzelzs sārņu un purva rūdas analīzē. Oglekļa daudzums izstrādājumos noteikts metalogrāfiski; izstrādājumu mikrošlifus atkvēlināja 920° temperatūrā. Sēra nospieduma pārbaude liecināja, ka pārbaudītie izstrādājumi sēru satur ļoti maz vai arī vispār nesatur. Daudzu izstrādājumu ķīmiskā sastāva noteikšanai izmantota spektrālās analīzes metode, kā arī dzirksteļu paņēmiens. Ja oglekļa daudzums metālā ir ap 0% un mikrostruktūrā redzams tikai ferīts (neskaitot sārņu ieslēgumus), tad metāls nosaukts par dzelzi, bet, ja oglekļa daudzums metālā ir līdz 1,7% un mikrostruktūrā redzama arī vēl cita dzelzs un oglekļa sakausējuma struktūras sastāvdaļa (perlīts un cementīts) vai arī termiskā apstrādē iegūts austenīta sairšanas produkts (martensīts, trostīts, sorbīts), tad tāda izstrādājuma metāls nosaukts par tēraudu.

Ļoti daudziem izstrādājumiem cietība noteikta vai nu ar Rokvela aparāta B vai C skalu, vai ar mikrocietības pārbaudes aparātu. Pēc tabulām Rokvela cietības skaitļi pārvērsti Brineļa cietības skaitļos HB. Lieliem izstrādājumiem cietība noteikta arī ar Brineļa aparātu.

DZELZS UN TĒRAUDA RAŽOŠANAS UN APSTRĀDĀŠANAS SĀKUMS

SENAJĀS KULTŪRAS ZEMĒS

Dzelzs tīrā veidā parasti dabā nav atrodama. Kā liels retums tā ir tikai meteorītos un nelielu gabaliņu veidā bazalta iežos nedaudzās vietās uz zemeslodes. Meteorīta dzelzs vienmēr satur 5—15% niķeļa, bet tīrradņu dzelzs parasti tikai nelielu daudzumu (līdz 2%) niķeļa [206в, *9. lpp.*]. Meteorītu dzelzs bija pirmais melnais metāls, ko cilvēki izmantoja savām vajadzībām. Senās Ēģiptes kapenēs ir atrasti no tās izgatavoti izrotājumi, kas datēti ar 4. g. t. p. m. ē. sākumu [206 б, *646. lpp.*].

Zemes garozā dzelzs atrodas dažādos savienojumos. Ir atrasti vairāk nekā 200 minerālu, kas zināmā daudzumā satur dzelzi. Minerālus, no kuriem ar mūsdienu tehnikas paņēmieniem iegūst dzelzi, sauc par dzelzs rūdām.

Pirmo dzelzi no dzelzs rūdas senajās kultūras zemēs ieguva 2. g. t. p. m. ē. Dzelzs metalurģija un apstrādāšana vispirms plaši izplatījās Vidusāfrikā [196], Mezopotāmijā, pēc tam šī māksla izplatījās Grieķijā, Aizkaukāzā, Indijā. Pamazām visur metāla ražošanā dzelzs izspieda bronzu.

Sākumā ražotā dzelzs nebija tīra, viendabīga un stipra. No tās izgatavoja tikai neliela izmēra izstrādājumus. Dzelzs ražošanas un apstrādāšanas mākslai pakāpeniski pilnveidojoties, tika iegūta jau augstvērtīga dzelzs, tērauds un pat čuguns (satur 1,7—6,7% oglekļa), sāka gatavot lielākus izstrādājumus.

Ir saglabājušies seno grieķu atlējumi no čuguna; tie izgatavoti V—VI gs. p. m. ē. Arī Ķīnā tolaik jau prata liet čugunu [249, *6.—8. lpp.*]. Jau ilgi pirms šī paņēmiena atklāšanas Rietumeiropā (apmēram XIV gs. vidū) Ķīnā tapa ļoti lieli čuguna atlējumi [206a, *67.—70. lpp.*]. Piemēram, Ķīnā 974. gadā atlietā čuguna lauvas augstums ir apmēram 6,1 m, garums — 5,5 m [249, *4. att.*].

SENAJĀ LATVIJĀ

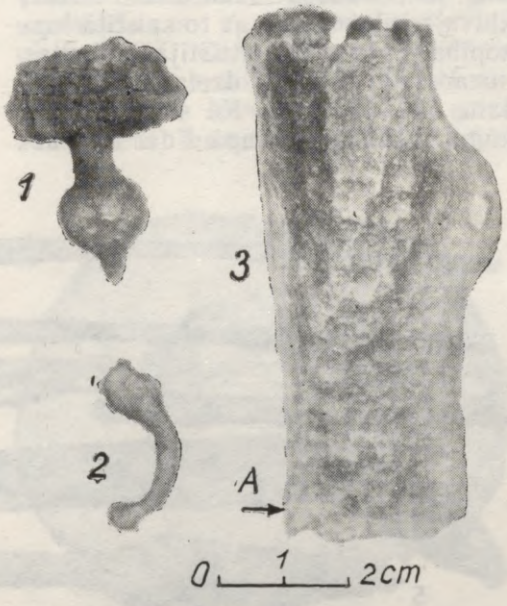
Pirmie dzelzs izstrādājumi senajā Latvijā parādījās apmēram 500 g. p. m. ē. [91, *16. lpp.*]. Tad dzelzs bija vēl ļoti maz un no tās izgatavoja galvenokārt sīkus izstrādājumus — gredzenus, adatas saspraušanai, arī nelielus cirvjus u. tml.

Plašākos apmēros dzelzi dažādās dzīves nozarēs sāka lietot mūsu ēras sākumā. Palielinājās dzelzs izstrādājumu izmēri un izmantošana. Tika izgatavoti dažādi cirvji, naži, šķēpu smailes u. c. Mūsu ēras sākumā dzelzs pilnīgi aizstāja akmens un bronzas darba rīkus. Bronzu turpmāk lietoja galvenokārt dažādu rotaslietu gatavošanai.

Pirmie 500 gadi (laiks pirms mūsu ēras sākuma) dzelzs lietošanā uzskatāmi par sagatavošanas laiku, kad iemācījās apstrādāt ievesto dzelzi, un tikai pēc tam to sāka ražot no vietējās dzelzs rūdas — no purva rūdas [121, *65. lpp.*]. Dzelzi sāka apstrādāt atsevišķi cilvēki — kalēji, kas bija apguvuši metāla ražošanas un apstrādāšanas tehniku un veica to blakus galvenajām ražošanas nozarēm (lopkopībai un zemkopībai). Viņu izstrādājumiem ir atšķirīgs, īpatnējs izveidojums. Laba apdare un metāla īpašības liecina par kalēju darbā uzkrāto pieredzi [121, *70.—71. lpp.*].

No laika pirms mūsu ēras sākuma muzejos atrodas tikai nedaudzi sīki, nelieli dzelzs izstrādājumi, piemēram, Klaņģukalna nazis [212, *tab. XXI-9*], Mūkukalna saspraužamā adata un nelieli cirvji [212, *tab. XXI-2, 3* un *8*], Rucavas sakta un gredzena fragments (*1. att. — 1, 2*) u. c.

Sakta (*1*) sastāv no bronzas priekšdaļas (sirdsveida), kurai mugurpusē iestiprināta dzelzs saturadata. Saktas dzelzs adatu un dzelzs fragmentu (*2*) stipri bojājusi korozija un tāpēc to struktūru nav iespējams izpētīt. 1. attēlā parādītā dzelzs cirvja (*3*) izveidojums ir ļoti līdzīgs bronzas laikmeta vēlākā laika uzmavas bronzas



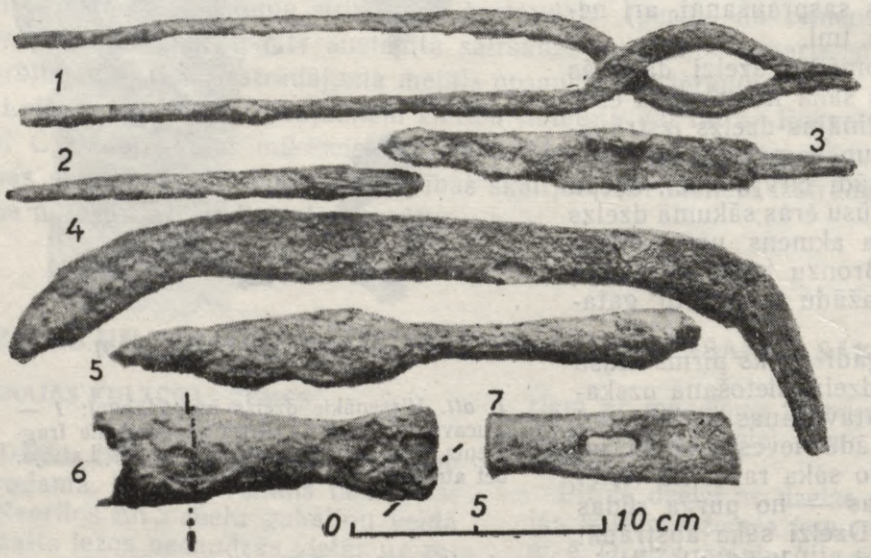
1. att. Vissenākie dzelzs izstrādājumi: *1* — Rucavas sakta, *2* — Rucavas gredzena fragments, *3* — uzmavas cirvis (atrasts Latvijā, bet atrašanas vieta nav zināma).

cirvjiem, izmainīts tikai materiāls un osa novietota zemāk [212, *tab. XXIV-15, tab. XXV-32, 33, 35 u. c.*]. Cirvja augšdaļas caurumā iestiprināja līka koka galu. Lai cirvis nenomuktu, tam izveidoja osu un piesēja [121, *41. lpp.*]. Asmens ķīļa leņķis ir 25°. Cirvja svars ir 130 grami. Spriežot pēc vietas *A* mikrostruktūras (sk. *1 att.*, tajā redzams sīkgraudains ferīts un perlīts), cirvis ir kalts no dzelzs (ar oglekļa daudzumu vietām līdz 0,1%). Sārņu ieslēgumi lielākoties ir sīki, un to nav visai daudz. Jaunāka laika metāls bieži ir netīrāks ar sārņu ieslēgumiem.

Tāpēc jādomā, ka cirvja metāls ievests no kādas kaimiņu zemes, kur dzelzi ražoja jau ilgāku laiku, piemēram, no Polijas Šventokšisku kalnu rajona, kur atrastās dzelzs ražošanas krāsnis datējamas jau ar dažiem gadsimtiem p. m. ē. (līdz pat mūsu ēras V—X gs.) [24, 25].

DZELZS UN TĒRAUDA IZSTRĀDĀJUMI ĢINTS IEKĀRTAS SAIRŠANAS LAIKĀ (no m. ē. I līdz IV gs.)

Mūsu ēras pirmajos četros gadsimtos par vadošo ražošanas nozari kļuva zemkopība un ar to saistītā lopkopība. Līdzās tām attīstījās arī citas nozares un to vidū dzelzs apstrādāšana un ražošana. Kā liecina izrakumi, mirušajiem kapā līdzi lika arvien vairāk izstrādājumu no melnā metāla. Pēc kapu inventāra īpatnībām un apbedīšanas paražām var spriest, ka šajā laikā senās Latvijas teritoriju apdzīvoja atsevišķas cilšu grupas — kuršu, zemgaļu, latgaļu—sēļu un somu.



2. att. Daļa no Mazkatužu 19. kapa inventāra: *1* — kalēju knaibles, *2* — kalts, *3* — nazis, *4* — izkapts, *5* — šķēpa smaile, *6* — uzmavas cirvis, *7* — veseris [93, 94]: —·—·— griezuma vieta.

KURŠU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Melnā metāla apstrādāšanas tehnikas līmeni kuršu ciltīs uzskatāmi raksturo Mazkatužu (Liepājas rajonā) kapulauka inventārs. Šajā kapulaukā izpētīti vairāk nekā četrdesmit II—IV gs. kapi [121, *66. lpp.*]. Vīriešu kapos līdz ar nedaudzām rotaslietām atrasts arī ievērojams daudzums no melnā metāla darinātu darba rīku un ieroču, piemēram, uzmavas cirvji, lapveida šķēpu smailes, naži un, sākot ar III gs., arī izkaptis. Līdzīgi kapi uzieti arī Kapsēdē (netālu no Grobiņas) un Klaipēdas tuvumā [121, *68. lpp.*]. Bez tam kapos atrasti arī pieši, laužņi un citas zirglietas [93].

Ļoti raksturīgs ir Mazkatužu kapulauka 19. kapa inventārs: veseris, uzmavas cirvis, kalēja knaibles, cirtnis,

nazis, izkapts, šķēpa smaile u. c. *(2. att.)*. Spriežot pēc inventāra un citām pazīmēm, šis kaps saglabājies no III gs. Ievērojot tālaika paražu dot mirušajiem kapā aizsaules dzīvei viņu ikdienas darba rīkus, skaidri redzams, ka šis ir kalēja kaps. Mazkatužu kalēja kapa inventārs uzskatāmi apliecina, ka tajā laikā blakus galvenajām ražošanas nozarēm (lopkopībai un zemkopībai) radusies jauna nozare — melnā metāla apstrādāšana, ar kuru, kā jau minēts, nodarbojās atsevišķi cilvēki — kalēji. Bija padziļinājusies darba dalīšana [121, *69.—70. lpp.*].

Mazkatužu kalēja kapā atrastos melnā metāla priekšmetus samērā stipri bojājusi korozija. Relatīvi mazāk bojāts tikai veseris *(7)* un daļēji arī uzmavas cirvis *(6)*.

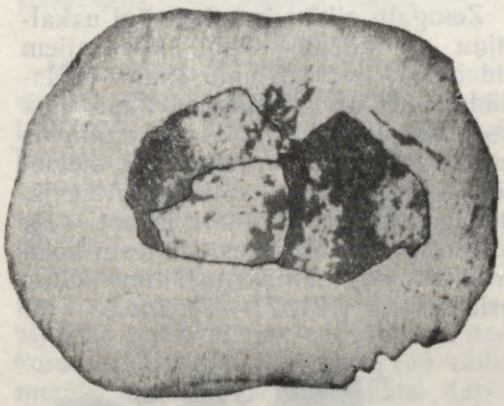
Vesera *(7)* konfigurācija ļoti līdzīga mūsdienu atslēdznieka veserim ar kvadrātisku pietu. Vesera svars bijis ap 200 g. Tāda smaguma veseri ar kvadrātisku pietu lieto vieglākai uzsišanai, bez tam vesera garais deguns dod iespēju strādāt dziļākās vietās. Ar vesera degunu izdara arī atkniedēšanu, stiepšanu, paplašināšanu un līdzināšanu. Lai veseris, turot to aiz kāta, būtu stabilāks (t. i., negrozītos rokā), jau tad ir ievērots noteikums, ka vesera smaguma centram jābūt zem cauruma centra ass.

Veseris ir izkalts no dzelzs (redzami sīki ferīta graudi ar nedaudziem līdz 100 mikronu gariem sārņu ieslēgumiem). Abi gali veserim cementēti, tad rūdīti un atlaidināti. Šādi nocietinātā virsmas slānī redzams atlaidināts martensīts (mikrocietība 570), trostīts un sorbīts *(II att.)*.

Uzmavas cirvis *(2. att. — 6)* korozijas dēļ bojāts stiprāk nekā veseris, sevišķi kāta daļā. Šim cirvim nav vairs cirvja piesiešanas osas, bet tās vietā ir kāta daļā 6—7 mm apaļš caurums šķērstapas iedzīšanai koka kātā. Tādā veidā cirvi varēja nostiprināt jau ievērojami labāk.

Raksturīga ir uzmavas cirvja griezuma makrostruktūra *(3. att.)*. Lai ietaupītu tīru metālu, bet saglabātu lielāku svaru, cirvja vidusdaļā ievietoti trīs ļoti mazvērtīgi, sārņaini gabali, bet tiem apkārt apkalts tīrs metāls (oglekļa daudzums vietām līdz 0,2%), visu sametinot vienā gabalā. Tas liecina, ka dzelzs bijusi pašu ražota un ka darba rīku izgatavošanai izmantoti paši niecīgākie un mazvērtīgākie metāla gabali, ieslēpjot tos cirvja vidusdaļā.

Cirvja kāta daļa izkalta cauruļveida (no 2—3 mm biezas plāksnes) un pēc uzmaukšanas apakšdaļai cieši tai piemetināta. Cirvja asmens virsotne bija rūdīta un atlaidināta. Tā III attēlā parādīts virsotnes (slīpā griezuma vietā) termiskajā apstrādē iegū-



3. att. Mazkatužu uzmavas cirvja *(2. att. — 6)* griezuma makrostruktūra (paliel. 2,5×).

tais sorbīts blakus ferītam, bet IV attēlā — pēc atkvēlināšanas tās pašas vietas ferīts (gaišais) un perlīts (tumšais). Abos attēlos redzams arī garš, izstiepts sārņu ieslēgums (melnais).

Cirvja šķiedrainā struktūra, kas sastāv no dzelzs (satur vietām līdz 0,2% oglekļa) un mazoglekļa tērauda (ferīta — perlīta svītras ar oglekļa daudzumu 0,25%) slāņiem, liecina, ka cirvja virsotnes daļa kalta no paketē saliktām un kopā sametinātām dzelzs un mazoglekļa tērauda plāksnītēm. Sārņu ieslēgumu garums sasniedz līdz 600 mikronu. Cietība HB cirvja

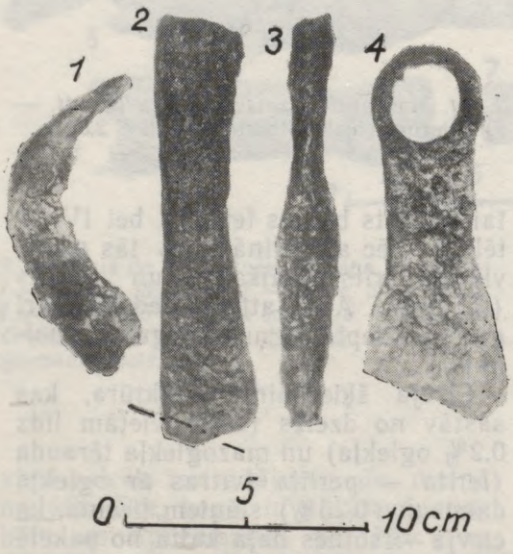
sānos — vidusdaļā ir 126. Kā liecina metāla pētījumi Lietuvā, tad arī tur lietoja paketu tehnoloģiju [244, *7. lpp.*].

Kalēju knaibļu *(2. att. — 1)* izveidojums ir gandrīz kā mūsdienās [228, *302. lpp.*], tikai izmēri nedaudz mazāki (tālaika kalumi bija sīkāki). Knaibļu kātu šķērsgriezums ir kvadrātisks. Kāti savienoti ar šarnīru. Tāds izveidojums parādījās, sākot ar dzelzs laikmetu [206r, *423. lpp.*].

Kalta *(2. att. — 2)* šķērsgriezums ir četrstūrains; tas domāts nemetālu apstrādei, jo uzsitamais gals bija iestiprināts koka kātā — spalā.

ZEMGAĻU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Zemgaļu ciltīm ir raksturīgi uzkalniņu un līdzenie kapi. Mirušajiem līdzi doto izstrādājumu skaits ir dažāds. Līdz ar rotaslietām kapā lika 1—2 šķēpus *(4. att. — 3)*, uzmavas cirvi *(2)*, nazi, raukni, bet sievietēm — arī dzelzs kapli *(4)*. Atsevišķos gadījumos deva arī izkapti *(1)*, aitu cērpamās dzirkles, slīmestu koka trauku nogludināšanai un citus priekšmetus [121, *71.—74. lpp.*].



4. att. Zemgaļu cilšu kapu priekšmeti: *1* — izkapts fragments, *2* — uzmavas cirvis, *3* — šķēpa smaile, *4* — kaplis. (Visi priekšmeti atrasti Gailīšos Auces pilsētas tuvumā.)

No 4. attēlā redzamajiem priekšmetiem pētīšanai noder tikai uzmavas cirvis *(2)* un kaplis *(4)*, jo tiem ir lielāki izmēri, tādēļ arī saglabājies lielāks nekorodēta metāla daudzums.

Uzmavas cirvis ir lielāks par iepriekš apskatītajiem uzmavas cirvjiem (sver ap 560 g). Kātcauruma diametrs augšdaļā ir ap 30 mm. Cirvis kalts no neviendabīga tērauda — kāta daļā metāls dažās vietās nesatur oglekli, citās vietās to satur ap 0,2—0,3%, bet asmens daļā — no 0 līdz 0,9%. Tas ir rūdīts un atlaidināts. V attēlā parādīta griezuma mikrostruktūra; tā sastāv no sorbīta ar martensīta orientāciju (cietība HB 187). Attēlā redzamie melnie, izstieptie ieslēgumi ir sārņi.

Arī kaplis ir kalts no neviendabīga tērauda (sver ap 500 g). Atsevišķās kāta vietās ir ap 0% oglekļa, citur — 0,3—0,4%, bet asmens daļā dažās vietās pat 0,9%. Griezuma vietas mikrostruktūra parādīta VI attēlā: apakšdaļā redzams perlīts, augšpusē — ferīts ar nelielu perlīta daudzumu. Viscaur redzami sīki un vidēji sārņu ieslēgumi. Kātcauruma diametrs ir 35—37 mm. Lai kaplis turētos stingrāk uz kāta, ievērojami pagarināta pieta daļa kāta virspusē (līdz 47 mm).

LATGAĻU—SĒĻU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Latgaļu—sēļu ciltīm raksturīgi uzkalniņu kapi ar kolektīviem apbedījumiem. Uzkalniņi uzbērti no smiltīm, un tajos ir līdz 20 un pat vairāk apbedījumu. Arī tur katram mirušajam kapā līdzi deva dažādus priekšmetus (izstrādājumus). Vīriešu kapos atrasti raksturīgi šaurasmens cirvji ar kātcaurumu *(5. att. — 1, 2)*, šķēpi *(3)*, naži *(4)*, krūmu naži *(5)*, jātnieku pieši, zirga mutes dzelži u. c. [121, *75.—79. lpp.*].

5. attēlā parādītajiem cirvjiem un vēl diviem Melderišķos un Slātē atrastajiem cirvjiem ir gandrīz vienādi kātcaurumi (37—39 mm); tas liek domāt, ka šie cirvji ir gatavoti vienā vietā un kātcauruma izveidošanai lie-

5. att. Latgaļu–sēļu cilšu (Jekabpils rajonā) kapu priekšmeti: *1* — Kalnadegļu cirvis, *2* — Melderišķu cirvis, *3* — Melderišķu šķēpa smaile, *4* — Melderišķu nazis, *5* — Slates krūmu nazis, *6* — Melderišķu rauknis.

tots viens un tas pats apaļš metāla dornis. Cirvja pieta garums ir no 48 līdz 60 mm.

Mazais cirvis *(1)* sver 490 g, lielais *(2)* — 710 g (svara zudums korozijas dēļ ir ne mazāks par 50—100 g). Tāda svara cirvjus varēja lietot jau meža ciršanai [121, *78. lpp.*].

Lielā cirvja makrostruktūrā *(6. att.)* skaidri redzamas cirvja daļu sametināšanas vietu līnijas *(a—b* un *c—b—d)*. Tas ir izkalts no trim kricu gabaliem; diviem gabaliem metāla oglekļa daudzums ir no 0 līdz 0,2%, trešajam —0,7—0,8%. Kāta vieta izveidota ar saliekšanas paņēmienu, un pieliektās malas sametinātas kopā (līnija *a—b*). Pēc tam kāta daļai (līnijā *c—b—d*) piemetināta asmens daļa, kam savukārt zem vietas *A* sānos piemetināta apmēram 1,5 mm bieza tērauda plāksnīte (0,7—0,8% C). Tādas plāksnītes atrašanās virsotnē un norūdīšana nodrošināja cirvim labas ciršanas spējas. Vietas *A* mikrostruktūrā *(VII att.)* nav redzama rūdīta tērauda struktūra, jo, cirvi konservējot ar karsēšanu, struktūra tika izmainīta.

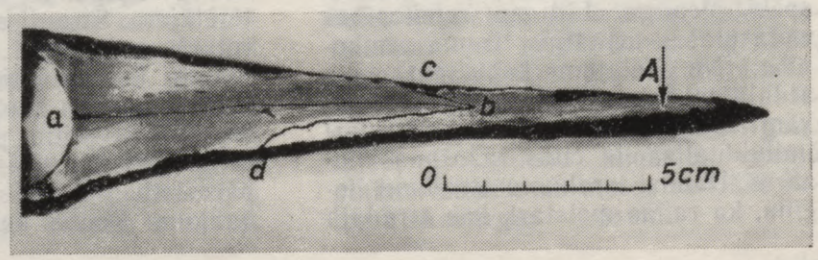
Mazais cirvis izkalts no viena dzelzs krica gabala (satur vietām līdz 0,2% oglekļa). Kāta daļa (līdzīgi kā lielajam cirvim) izgatavota saliecot, un pieliektās malas tad sametinātas pa saskares līniju. Šis cirvis virsotnē nesatur tērauda plāksnīti.

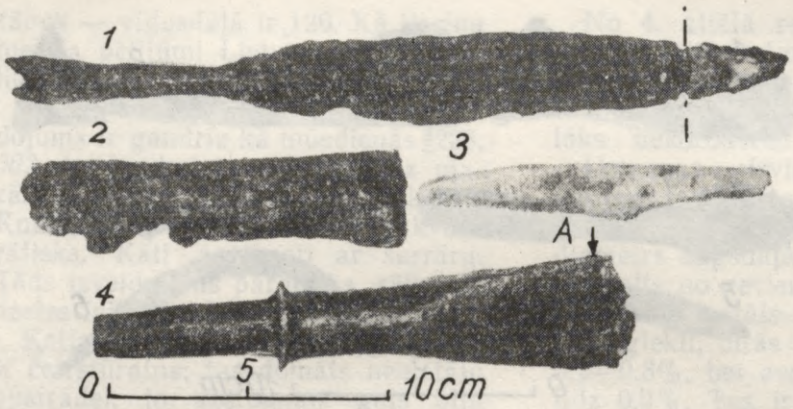
Šķēpa smaili *(3)*, nazi *(4)* un krūmu nazi *(5)* tik stipri bojājusi korozija, ka analīzei nav saglabājies nekorodējis metāls. Rauknim *(6)* tāds metāls saglabājies tikai kāta daļā. Analīze liecināja, ka kāts izgatavots no dzelzs.

SOMU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Somu ciltīm raksturīgi 40—60 cm augsti kapu uzkalni — akmens krāvumu kapi. Līdz II gs. kopā ar miru-

6.att. Melderišķu cirvja *(5. att. — 2)* priekšējā gala makrostruktūra.





7. att. Somu cilšu kapu priekšmeti: *1* — šķēpa smaile, *2* — uzmavas cirvis, *3* — nazis, *4* — tapas cirvis. Pirmie trīs priekšmeti no Jaunburtnieku Sauliešiem Valmieras rajonā, ceturtais — no Roceži em (Laidzē) Talsu rajonā.

šajiem kapā lika dažāda materiāla rotaslietas, dzelzs darba rīkus un ieročus — šķēpus *(7. att. — 1)*, uzmavas cirvjus *(2)*, nažus *(3)*, raukņus u. c., bet, sākot ar III gs., — vienīgi rotaslietas, darba rīkus un ieročus ļoti reti [121, *81.—82. lpp.*].

7. attēlā parādītā šķēpa smaile *(1)* izkalta no ļoti nevienveidīga metāla: vietām metālā ir 0,1—0,2% oglekļa, bet vietām — pat 0,8%. Uzmavas cirvis *(2)* kalts no mazoglekļa tērauda (0,1—0,2% C), un tā svars ir bijis ap 400 g. Zema ir naža kvalitāte, jo tas izkalts no dzelzs, kas vietām satur līdz 0,1% oglekli, tādēļ asmens ir mīksts (HB zem 100).

Labi saglabājies tapas cirvis *(4)*, kas vispār ir retums (tādi cirvji atrasti arī Igaunijā, un viens no tiem glabājas Vilandes novadpētniecības muzejā). To iestiprināja ar cirvja apaļo kātu līka koka galā esošā caurumā un piesēja paplašinātajā kāta vidusdaļā. Cirvja svars 480 g. Tas kalts no mazoglekļa tērauda ar oglekļa saturu līdz 0,2%, taču asmens daļa satur vairāk tērauda un ir rūdīta. Asmens vietas mikrostruktūrā redzams martensīts un trostīts *(VIII att.)*. Tās vidusdaļā izceļas gaiša divu slāņu sametinājuma vieta ar garu sārņu ieslēgumu, kas iet no asmens virsotnes puses uz kāta pusi. Neskaitot sametinājuma vietas sārņu ieslēgumu, var teikt, ka cirvja metāls vispār satur maz sārņu un tā ražošanas un apstrādāšanas tehnika ir bijusi jau augstā līmenī (jādomā, ka šis izstrādājums vai tā metāls ir ievests).

DZELZS UN TĒRAUDA IZSTRĀDĀJUMI ŠĶIRU SABIEDRĪBAS PIRMSĀKUMA LAIKĀ (no V līdz IX gs.)

Laikā no V līdz IX gs. ražošanas spēki pieauga. Līdumu zemkopības vietā plašāk attīstījās tīruma zemkopība. No lielajām kopienām sāka atdalīties saimes ar savām atsevišķām saimniecībām. To sekmēja arī individualizācija citās ražošanas nozarēs. Daudzi izrakumu atradumi liecina, ka radās meistari, kas strādāja ne vairs kopienai, bet atsevišķam patērētājam. Strauji attīstījās kalēju un rotkaļu amats [121, *89.—90. lpp.*].

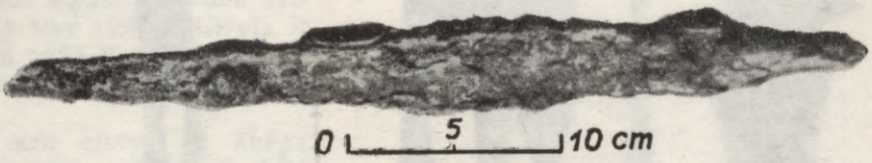
Šajā laikā kuršiem kopienu pilskalni pamazām jau pārvērtās par pilskalniem — pilīm, par dižciltīgo varas centriem [121, *97.—98. lpp.*]. Par šīm pārvērtībām Ķentes pilskalnā liecina izrakumi Ķentes kalnā [174, *21. lpp.*].

KURŠU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Kapu piedevu — dzelzs un tērauda izstrādājumu forma liecina, ka tā pakāpeniski izveidojusies no iepriekšējām formām, piemēram, izkaptis kļuva garākas, uzmavas cirvjus atvietoja cirvji ar kātcaurumu, radās rotaslietas u. c. priekšmetus, kas arī pieskaitāmi V gs. [121, *98.—103. lpp.*].

Grūti pateikt, kā radušies šie depozīti, taču skaidrs ir viens — šeit

8. att. Kuršu kaujas nazis (Liepājas rajona Ģeistautos).



īpašs kuršu tipa kaujas nazis jeb duncis *(8. att.)*, kas savukārt pārveidojās par vienpusīgu zobenu u. tml. [121, *92.—94. lpp.*].

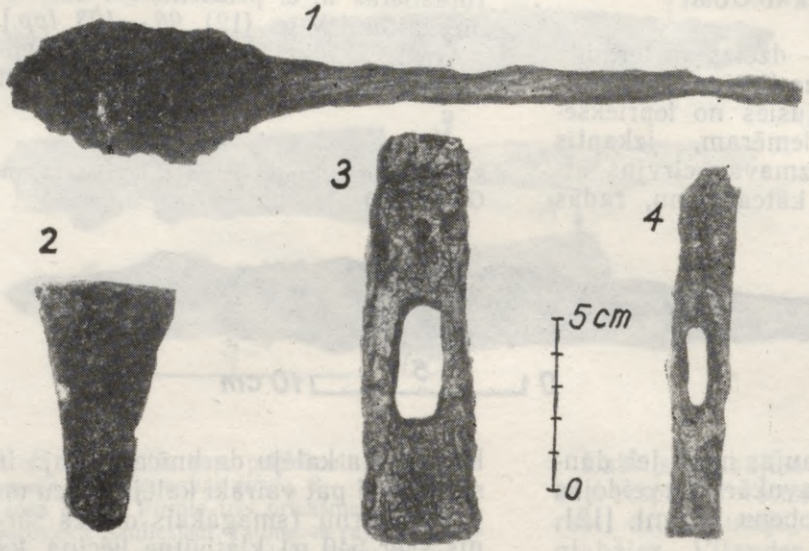
ZEMGAĻU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Arī zemgaļi dzelzs un tērauda izstrādājumiem formu pakāpeniski izmainīja — kapļi kļuva lielāki un smagāki (kapļus atrod galvenokārt sieviešu kapos), uzmavas cirvju vietā ieviesās šaurasmens cirvji ar kātcaurumu, lielākas kļuva izkaptis, parādījās īsais, vienpusīgais zobens u. c. Dzelzs un tērauda izstrādājumu skaits palielinājās. Par to liecina arī atrastie depozīti.

Dobeles rajonā Kokmuižas tuvumā 1869. gadā atrada daudzus izstrādājumus no melnā metāla. Tas ir lielākais šāda veida depozīts Baltijas republikās. Depozīts satur vairāk nekā 1000 dažādu metāla priekšmetu, to skaitā ir apmēram 700 šķēpu smaiļu, 240 cirvju, 13 kapļu un zobenu fragmentu, 2 veseri, 2 laktas (viena liela, viena maza), knaibles, kokogļu lāpstiņa, 3 krici, dzelzs sārņu gabali u. c. Spriežot pēc atrasto melnā metāla izstrādājumu formas un dažām rotaslietām, šis depozīts ir V gs. vietējais ražojums. Daži no šiem priekšmetiem parādīti 9., 10. un 54. attēlā. Minētā depozīta tuvumā 1930. gadā atrada vēl otru, mazāku depozītu, kas satur 41 šķēpu smaili, 9 nažus, bijusi liela kalēju darbnīca un tajā ir strādājuši pat vairāki kalēji. Kricu un dzelzs sārņu (smagākais dzelzs sārnis sver 540 g) klātbūtne liecina, ka dzelzs ražota uz vietas; tās ražošanai, šķiet, tolaik izmantoja vietējo purva rūdu.

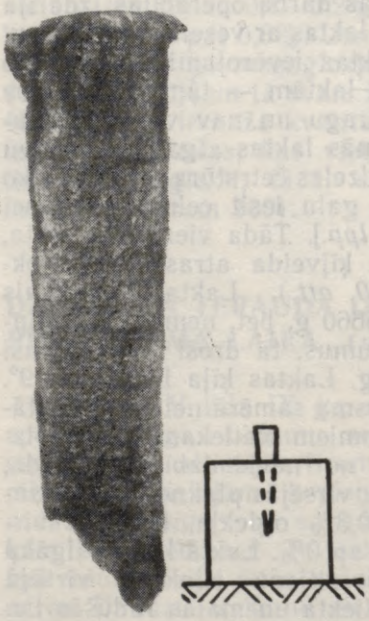
Kalšanas darbiem nepieciešams plastiskāks metāls, tādēļ tas jāsakarsē. To izdara ēzē (krāsnī), kur sadedzina kurināmo. Par kurināmo tolaik lietoja kokogles. Degošo kokogļu aprušināšanai ap karsējamo metāla gabalu izmantoja lāpstiņu *(9. att. — 1)*, kas izkalta no dzelzs.

Kalšanas darba operācijas izdarīja uz kalēja laktas ar vesera uzsitieniem. Senās laktas ievērojami atšķiras no mūsdienu laktām — tām nav uz āru izvirzītu ragu un nav virspusē caurumu. Senās laktas atgādina masīvu nošķeltu dzelzs četrstūra piramīdu, ko ar šauro galu iesit celmā vai klucī [216, *86. lpp.*]. Tāda vienkārša lakta, bet tikai ķīļveida atrasta arī Kokmuižā *(10. att.)*. Laktas tagadējais svars ir 5660 g, bet, ņemot vērā stipros bojājumus, tā droši vien svērusi ap 6000 g. Laktas ķīļa leņķis ir 19°. Darba virsma samērā neliela, taču tālaika kalumiem pietiekama. Lakta izgatavota no neviendabīga tērauda, piemēram, virsējās plaknes metāls satur 0,2—0,3% oglekļa, bet ķīļa virsotnes — ap 0%. Lakta lietota ilgāku laiku, jo sitienu ietekmē virsējā plakne izliekta un malās radušās lielas atskabargas — asumi.



9. att. Kokmuižas (Dobeles rajonā) kalēja piedeumi: *1* — lāpsta, *2* — mazā lakta, *3, 4* — veseri.

Nelielu izstrādājumu kalšanai (vai arī rotu gatavošanai) noderēja mazā lakta *(9. att. — 2);* tās svars 300 g, izkalta no stipri neviendabīga tērauda: vietām metāls satur ap 0% oglekļa, citās vietās ap 0,4—0,5%. Arī šai laktai virsējā plakne sitienu ietekmē ir izliekta.



10. att. Kokmuižas lielā lakta (samaz. 4×).

Abus Kokmuižas veserus *(3, 4)* stipri bojājusi korozija. To konfigurācija, tāpat kā iepriekš apskatītajam Mazkatužu veserim, ir līdzīga mūsdienu atslēdznieku veserim ar kvadrātisku pietu. Lielā vesera *(3)* tagadējais svars ir 380 g, bet, ņemot vērā svara zudumu korozijas dēļ, šķiet, ka tas svēris ap 500 g. Salīdzinot mūsdienu 500 g smagu veseri, kam kvadrātisks piets, ar Kokmuižas veseri, to garumi ir vienādi, caurumu asis sakrīt, vesera smaguma centrs ir zem cauruma centra ass, tikai Kokmuižas veserim kātcaurums apmēram 1,6 reizes garāks par mūsdienu vesera kātcaurumu [235]. Mazā vesera svars ir 100 g; sākotnēji tas droši vien ir bijis ap 150 g. Tā kā veserim ir garāks deguns, tā kopējais garums (augstums) ir lielāks nekā mūsdienu veserim ar tādu pašu svaru. Pārējo lielumu attiecības ir tādas pašas kā lielajam veserim. Abi veseri ir izkalti no neviendabīga mazoglekļa tērauda (vietām oglekļa saturs ir ap 0%, vietām — ap 0,2—0,3%).

Apskatot vienu mazāk bojāta Kokmuižas cirvja fragmenta asmens da-

ļas mikrostruktūru *(IX att.)* un kāta daļas mikrostruktūru *(X att.)* pirms un pēc atkvēlināšanas, var teikt, ka cirvis kalts no tērauda, kam oglekļa saturs ir 0,7—0,8%. Lai samazinātu asmens virsotnes trauslumu, virsotnei sānos piemetināta tērauda plāksnīte ar mazāku oglekļa saturu (0,3—0,4%). Asmens ir rūdīts un atlaidināts uz sorbītu, iegūstot cietību HB 220. Kāta daļa nav rūdīta. Cirvis ir izkalts no tāda paša tērauda, kāds ir Kokmuižā atrastajiem trim kriciem (42. lpp.).

Izpētot vēl otra cirvja un šķēpa smailes fragmentus, savukārt bija redzams, ka tie izgatavoti no dzelzs, kas tikai atsevišķās vietās satur oglekli līdz 0,1%.

LATGAĻU—SĒĻU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Arī latgaļu—sēļu cilšu kapos mirušajiem līdzi doto dzelzs un tērauda izstrādājumu skaits pieaudzis. Tas liecina, ka arī šajās ciltīs melnā metāla ražošana un apstrādāšana paplašinājusies. Vīriešu kapos atrod kara dunčus (nažus) — īsus, vienpusīgus zobenus, šaurasmens cirvjus *(11. att. — 3)*, kam kātcaurums nevis apaļš, bet ovāls, šķēpus *(1, 2)* u. c. Sieviešu kapos sastop arī raukņus [121, *107. lpp.*].

Slates šķēpa smaile *(11. att. — 1)* gatavota no dzelzs, lapas virsotne (gals) izkalta no diviem slāņiem: viens ir dzelzs, bet otrs — tērauda, kam oglekļa saturs 0,2—0,4%. Lapas vidusdaļā un virsotnē (augšdaļā) cietība ir vienāda (HB 127—133).

Atskabargu šķēpa smailes *(2)* lapa Kalniešos ir izkalta no dzelzs, kāta daļa — no mazoglekļa tērauda (0,2—0,3%). Parasti lapas metāls satur vairāk oglekļa, taču šis ir izņēmums.

Cirvis *(3)* sver 675 g; tā sākotnējais svars droši vien bija ap 750 g, konfigurācija līdzīga iepriekšējā perioda cirvju konfigurācijai, tikai apaļā kātcauruma vietā, kā jau iepriekš minēts, ir ovāls caurums (tā augstums ap 40 mm, platums ap 30 mm). Samērā garā pieta daļa (ap 65 mm, taču ir bijusi vēl garāka, jo korozijas rezultātā priekšpuse ir nodrupusi) deva iespēju kātu stingri iestiprināt cirvī. Arī cirvja izgatavošanas tehnoloģija daļēji līdzīga iepriekšējo cirvju izgatavošanas tehnoloģijai. Asmens virsotne satur tērauda plāksnīti, kas rūdīta uz sorbītu ar martensīta orientāciju (HB 225—250). Caurumu vieta kāta daļā izgatavota ar saliekšanas paņēmienu, un pārliektais gals tik labi piemetināts cirvja ķīlim, ka tikai ar grūtībām cirvja priekšgala makrostruktūrā var saredzēt sametināšanas vietu.

11. att. Latgaļu—sēļu cilšu kapu priekšmeti: *1* — Slates lapveida šķēpa smaile, *2* — Kalniešu atskabargu šķēpa smaile, *3* — Kalniešu cirvis.

1957. gadā Latvijas PSR ZA Vēstures institūta darbinieki izrakumos Ludzas rajona Kivtos izpētīja III—

Viļa Lāča Latv. PSR
VALSTS BIBLIOTĒKA
76- 11. 389

VI gs. kapulauku. No daudzajiem atrastajiem dzelzs izstrādājumiem analizēts cirtnis, šķēpa smaile, «caursitnis» un stienis (nav zināms, kādai vajadzībai domāts). Tie visi gatavoti no dzelzs (tikai stieņa vienā galā metāls satur oglekli līdz 0,2%).

SOMU CILŠU IZSTRĀDĀJUMI

Šī perioda somu cilšu kapos mirušajiem līdzi dotie metāla izstrādājumi ļoti līdzīgi kaimiņu cilšu izstrādājumiem. Piemēram, Ziemeļlatvijā atrastajiem priekšmetiem daudz kopīga ar latgaļu—sēļu un zemgaļu cilšu izstrādājumiem, bet Ziemeļkurzemē — ar kuršu un zemgaļu izstrādājumiem. Šajā laikā sākusies senās Latvijas cilšu lēna saplūšana [121, *110., 111. lpp.*]. Melno metālu zonā, kur latgaļu—sēļu un zemgaļu ciltis saplūda (saskārās) ar Ziemeļlatvijas somu ciltīm, labi raksturo Ķentes pilskalna melnais metāls.

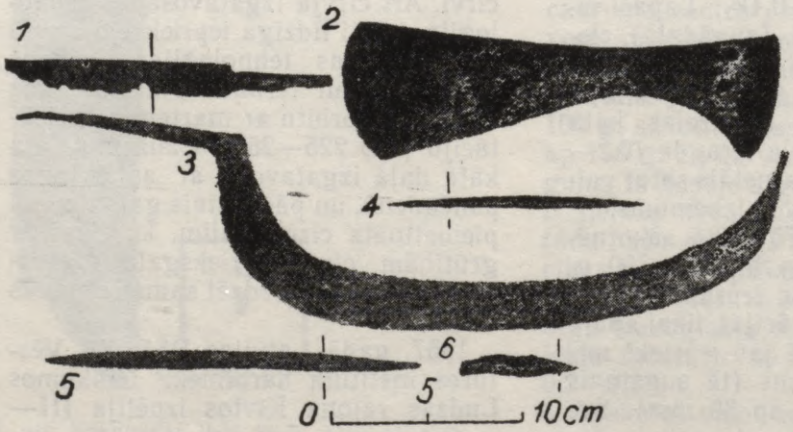
ĶENTES PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI [10]

Laikā no 1954. līdz 1956. gadam Ķentes pilskalnā (Ogres pilsētas tuvumā) izdarīja izrakumus. Triju gadu laikā ieguva daudz un dažādus priekšmetus, kas liecina, ka pilskalns ticis apdzīvots no VI līdz VIII gs. Taču noteikti nevar pateikt, vai to ir apdzīvojusi kāda somu cilts vai latgaļu—sēļu cilts. Skaidrs ir tas, ka pilskalns atrodas šo cilšu grupu etniski jauktā novadā. Blakus pilij radusies jau maza apmetne, kur amatnieciskā ražošana vairāk koncentrētā nekā pilskalnā [174, *21. lpp.*].

Ķentes pilskalnā atrasti daudzi dzelzs un tērauda izstrādājumi, purva rūdas gabali, simtiem dzelzs sārņu gabalu, dzelzs krics un dzelzs ražošanas krāšņu sienu fragmenti. Ar dzelzs ražošanas procesu saistītie materiāli liecina, ka daudzi izstrādājumi izgatavoti šajā pilskalnā. Daži izpētītie dzelzs priekšmeti (izstrādājumi) ir parādīti 12. un 17. attēlā, bet dzelzs krics — 56. attēlā. Metalogrāfiski izpētītos izstrādājumus korozija bojājusi samērā maz.

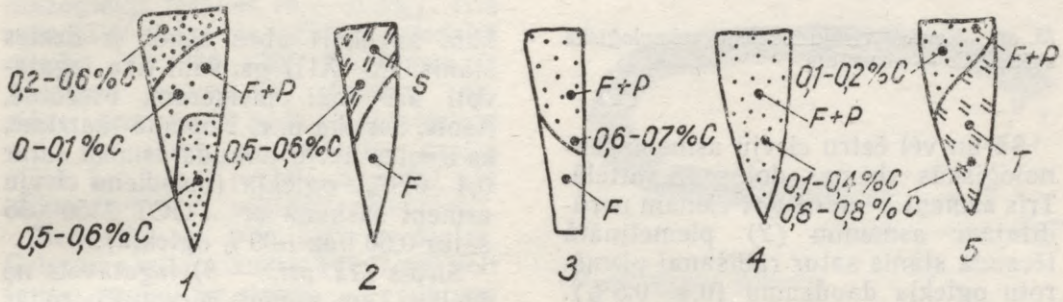
Nazis *(12. att. — 1)* ir kalts no nelieliem metāla gabaliem, kam dažāds oglekļa daudzums (0—0,6%). Oglekļa sadalījuma zonas asmens griezumā attēlo tā saucamā tehnoloģiskā shēma *(13. att. — 1)*. Asmens virsotnes vienā malā atrodas tērauds ar lielāku oglekļa daudzumu (0,5—0,6%). Metinājuma vietas mikrostruktūra parādīta XI attēlā: labajā pusē redzams slānis ar oglekļa daudzumu līdz 0,1%, bet kreisajā pusē — ar 0,5—0,6%. Struktūrā redzams sīks ferīts un perlīts un starp abiem slāņiem — metinājuma šuves vietā — rupjš sārņu

12. att. Ķentes pilskalna priekšmeti: *1* — nazis, *2* — cirvis, *3* — sirpis, *4* — īlens, *5* — vīle, *6* — šķēpa smaile.



ieslēgums (citur sārņu ieslēgumi ir sīki un vidēji). Jāatzīmē, ka abi slāņi kopā sametināti labi un attēlā parādīta vissliktākā metinājuma vieta. Naža mugurpuse ir no ļoti neviendabīga tērauda (0,2—0,6%). Nazis nav rūdīts.

13. attēlā dotas vēl četru asmeņu tehnoloģiskās shēmas *(2—5)*. No tām redzams, ka tikai divi naži ir rūdīti

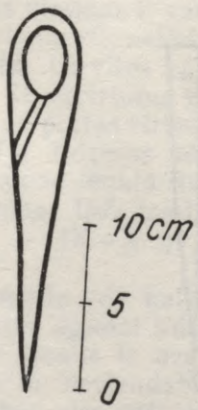


13. att. Ķentes pilskalna nažu asmeņu tehnoloģiskā shēma. Struktūras sastāvdaļu zīmējumi: *F* — ferīts, *P* — perlīts, *S* — sorbīts, *T* — trostīts.

(2, 5), pie kam viens no tiem *(2)* nevis asmens griezējdaļā, bet gan nevajadzīgi — asmens mugurdaļā. Viens nazis *(4)* ir ar plāvas segumu; tas norāda, ka nazis ir atradies ugunī.

No visiem pieciem nažiem tikai divi-

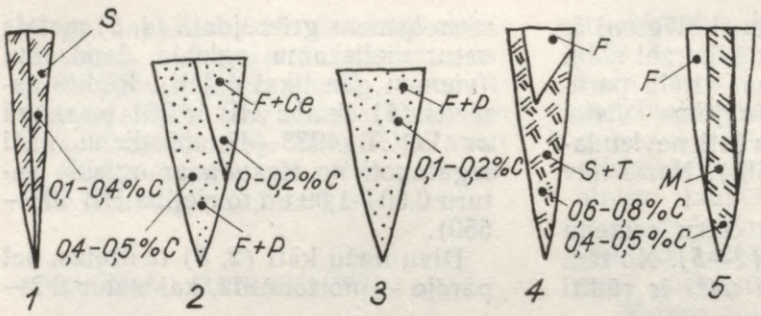
14. att. Ķentes cirvja *(12. att. — 2)* priekšējais gals.



viem asmens griezējdaļā *(1, 5)* metāls satur pietiekamu oglekļa daudzumu (vienam gan tikai daļēji). Rūdītā asmens *(5)* cietība HB ir 364 (saskaņā ar ГОСТ 4958—49 mūsdienu naži izgatavoti no tērauda ar oglekļa saturu 0,60—1,09 un to cietība HB 460—550).

Divu nažu kāti *(2, 3)* ir dzelzs, bet pārējo — no tērauda, kas satur 0,2—0,7% oglekļa. Nažiem asmens ķīļa leņķis ir 12—16° (saskaņā ar ГОСТ 4958—49 mūsdienu saimniecības nažiem ķīļa leņķis ir 4—6°). Viens nazis *(3)* ir tikai puskalts.

Cirvis *(12. att. — 2)* sver 820 g, bet pirms korozijas tā svars būs bijis ap 860 g; tas ļoti līdzīgs iepriekš apskatītajam cirvim Ķalniešos *(11. att. — 3)*, nedaudz lielāki ir tikai tā izmēri: ovālā cauruma augstums ir ap 43 mm (Ķalniešu cirvim — ap 40 mm), platums — 32 mm (30 mm) un pieta garums — ap 70 mm (65 mm + nodrupušā gala garums). Cirvjiem ir līdzīga izgatavošanas tehnoloģija. Ķentes pilskalna cirvis kalts no mazoglekļa tērauda (vietām ogleklis ir 0,1—0,2%, bet vietām vairāk). Ovālais kātcaurums izveidots ar saliekšanas paņēmienu. Pārliektais gals piemetināts cirvja ķīlim. Lai dabūtu pareiza lieluma kātcaurumu, starp abiem iemetināts vēl neliels starpgabals *(14. att.)*. Asmens ķīļa leņķis ir 12° (saskaņā ar ГОСТ 2358—43 mežu cirtēju cirvjiem ķīļa leņķis ir ap 10°). Virsotne sastāv no diviem kopā sametinātiem slāņiem *(15. att. — 1)*. Asmens virsotne ir rūdīta un atlaidināta uz sorbītu (HB 240—270).



15. att. Ķentes cirvju asmeņu tehnoloģiskā shēma. *Ce* — cementīts.

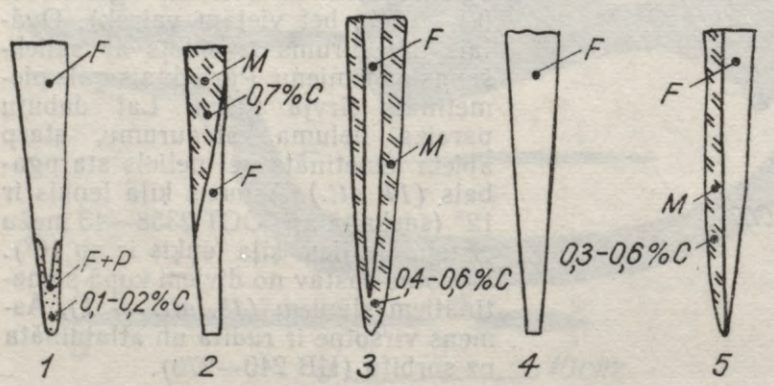
Šā un vēl četru cirvju asmeņu tehnoloģiskās shēmas dotas 15. attēlā. Trīs asmeņi ir rūdīti. Arī vienam nerūdītajam asmenim *(2)* piemetinātā tērauda slānis satur rūdīšanai piemērotu oglekļa daudzumu (0,4—0,5%). Rūdīto asmeņu cietība HB 240—382 (saskaņā ar ГОСТ 2356—56 cirvju asmeņiem cietība HB 415—555).

No visiem šiem cirvju asmeņiem tikai viens ir no viengabala tērauda *(3)*. Tas satur rūdīšanai nepietiekamu oglekļa daudzumu (0,1—0,2%). Diviem cirvjiem asmeņa virsotnē ir piemetināts cietāks, ar oglekli bagātāks tērauda slānis *(2)* — 0,4—0,5%, *(5)* — 0,6—0,8%. Vienam cirvim ir asmens, kas sastāv no trim kopā sametinātiem slāņiem — vidū tērauda slānis (oglekļa saturs 0,4—0,5%), kam savukārt abos sānos ir dzelzs slānis. IX—XIII gs. šādi tika izgatavoti arī naži, piemēram, Mežotnē, Asotē, Jersikā u. c. Kopumā jāatzīmē, ka Ķentes cirvju tērauda asmeņi satur 0,4—0,8% oglekļa (mūsdienu cirvju asmeņi saskaņā ar ГОСТ 2356—56 satur 0,60 līdz 1,09% oglekļa).

Sirpis *(12. att. — 3)* izgatavots no dzelzs. Tam asmens virsotnē atrodas gan mazoglekļa tērauds (0,1—0,2% C; *16. att. — 1)*, bet, lai virsotne būtu cietāka, tā ir nedaudz uzkaldināta (aukstā stāvoklī kalta—deformēta). Tāda metāla mikrostruktūra parādīta XII attēlā (vidū ferīta slānis, sānos — sīka ferīta un perlīta slānis). Šīs vietas cietība HB 103 (parasti tādam metālam HB ir 90—93). Lai uzlabotu griešanas apstākļus, asmens virsotnē—griezējdaļā ir iecirsti zobiņi. Sirpja gals nav smails, bet strups. Strupais gals un iecirsto zobiņu izskats liecina, ka sirpis nav lietots.

16. attēlā parādīta šī sirpja *(1)*, izkapts *(3)* un vēl triju sirpju tehnoloģiskā shēma. Asmens izgatavošanas

16. att. Ķentes sirpju un izkapts *(3)* tehnoloģiskā shēma.



paņēmieni līdzīgi nažu un cirvju asmeņu izgatavošanai. No pieciem asmeņiem viens *(4)* ir dzelzs, viens *(5)* — divslāņu (blakus dzelzs slānim ir tērauda slānis ar oglekļa daudzumu 0,4—0,5%), viens *(2)* — dzelzs, kam mugurdaļā nevajadzīgi piemetināts tērauda slānis ar oglekļa daudzumu 0,7% (un pat rūdīts!), viens asmens *(1)* ir no dzelzs, kam virsotnē atrodas mazoglekļa tērauds (0,1—0,2%). Trīs asmeņi ir rūdīti un iegūtā martensīta cietība HB 390—620. Neparasts ir trīsslāņu asmens *(3)*. Parasti trīsslāņu asmenim tērauda slāni ievietoja vidū un sānos piemetināja dzelzs slāni, bet šeit ir pretēji (spriežot pēc mikrostruktūras, sāni nav cementēti).

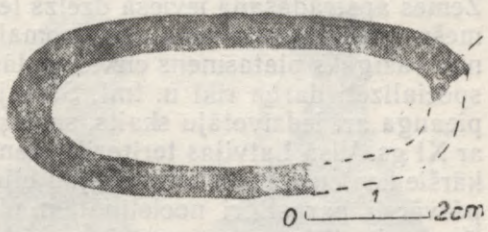
Īlens *(12. att. — 4)* kalts no dzelzs. Griezuma mikrostruktūrā redzami lieli ferīta graudi ar sīkiem un rupjiem sārņu ieslēgumiem. Vēl kāds izpētītais īlens izgatavots no mazoglekļa tērauda ar nevienmērīgu oglekļa izkārtojumu (no 0 līdz 0,3%).

Vīle *(12. att. — 5)* kalta no kopā sametinātiem nelieliem tērauda gabaliņiem ar oglekļa daudzumu 0,6—0,9% (vidējais oglekļa daudzums 0,7%). Mūsdienu vīles (ГОСТ 1465—53) satur oglekli no 0,95 līdz 1,35%, tām lieto tērauda markas У10—У13.

Vīles griezuma vietas mikrostruktūrā *(XIII att.)* redzami perlīta graudi ferīta tīkliņā. Divās griezuma mikrovietās redzamas ferīta svītras (metinājuma šuves). Metāls satur tikai sīkus sārņu ieslēgumus. Vīli skārusi uguns, jo augstās temperatūras rezultātā uz vīles virsmas ir radusies stipra plāvas kārta un vīle nelielā dziļumā ir pat atogļota. Uz vīles sāniem 20 mm garumā ir 21 uzcirtums zobu izveidošanai, bet uz platās virsmas — 20 uzcirtumu. Tai līdzīgas tērauda vīles bija pazīstamas senajā Romā jau I gs. p. m. ē. [206д, *107. lpp.*], bet senajā Krievzemē — IX—X gs. [220, *66.—70. lpp.*].

Šķēpa smaile *(6)* kalta no dzelzs (vietām satur oglekli līdz 0,1%). Arī otra šķēpa smaile ir dzelzs. Turklāt trešā kalta no neviendabīga tērauda, kam smailes virsotnē oglekļa daudzums ir līdz 0,2%, bet kāta daļā — līdz 0,4%.

Ļoti pārdomāti izgatavotas šķiltavas *(17. att.)*. Tās sastāv no divslāņu metāla: viens slānis satur oglekli līdz 0,1%, bet otrs 0,7—0,8%. No šī divslāņu metāla vispirms izgatavota apmēram 2 mm bieza plāksnīte. Pēc tam šī plāksnīte izliekta ovāli, tās gali sametināti kopā. Rūdot šķiltavas, uz



17. att. Ķentes šķiltavas.

ārpusi izliektais ar oglekli bagātākais slānis kļuva cietāks, bet iekšējais slānis (iekšpuse) mazā oglekļa satura dēļ nenorūdījās, palika mīksts un sīksts, tādējādi samazinot šķiltavu trauslumu. Rūdot arējais slānis ieguva trostīta struktūru ar cietību HB 400.

Pārdomāti izgatavots arī lokveida šķēru loks. Izpētītā šķēru fragmenta metāls (bez asmens daļas) satur 0—0,2% oglekļa, bet platajā loka daļā ir arī atsevišķas paralēlas svītras, kur oglekļa daudzums 0,3—0,4%. Loka platā daļa rūdīta uz sorbītu; tas nodrošināja šķērēm loka vietas elastību.

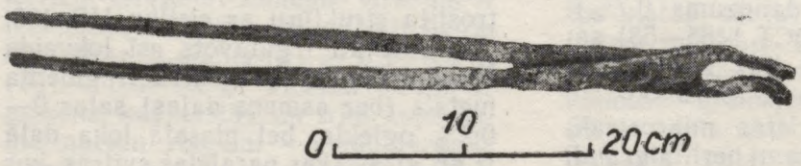
DZELZS UN TĒRAUDA IZSTRĀDĀJUMI AGRAJĀ FEODĀLISMĀ UN ATTĪSTĪTĀ FEODĀLISMA SĀKUMĀ (X—XIII gs.)

Laikā no X gs. sākuma līdz XII gs. beigām (līdz vācu feodāļu iebrukumam senās Latvijas teritorijā) attīstījās un nostiprinājās feodālisms, strauji pieauga ražošanas spēki visās galvenajās ražošanas nozarēs: lopkopībā, zemkopībā, amatniecībā u. c. Zemes apstrādāšanā ieviesa dzelzs lemešu arklu, šaurasmens cirvi nomainīja ražīgāks platasmens cirvis, radās specializēti darba rīki u. tml. Strauji pieauga arī iedzīvotāju skaits, sevišķi ar XI gs. Visā Latvijas teritorijā vienkāršie kopienas nocietinājumi jau bija pārvērsti par stipri nocietinātām pilīm — dižciltīgo varas centriem. Šādu pilskalnu piekājē veidojās pilsētu sākumi, jo tur dzīvoja liels skaits iedzīvotāju, kas nodarbojās ne tikai ar zemkopību, bet arī ar metāla apstrādāšanu, podniecību, tirdzniecību u. c. Šādi pilskalni ir Talsos, Tērvetē, Mežotnē, Daugmalē, Dignājā, Jersikā un citās vietās.

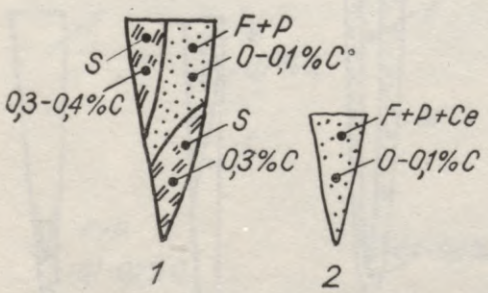
Par metāla apstrādāšanas attīstības pakāpi un apjomu liecina ne tikai tas, ka minētajās vietās atrasti vai nu dzelzs sārņi, dzelzs krici, dzelzs ražošanas krāsns atliekas un pašu izgatavotie īpatnējie darba rīki, ieroči, rotas, bet arī tas, ka šie īpatnējie izstrādājumi atrasti tālu no to ražošanas vietām. Piemēram, kuršu un zemgaļu izstrādājumi atrasti ne tikai Latgalē, bet arī Sāmsalā; kuršu zobeni nonāca ne tikai lībiešu un latgaļu rokās, tie bija iecienīti arī Igaunijā, sevišķi Sāmsalā [121, *114.—128. lpp.*].

TALSU PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

Plaši izrakumi 1934. un 1936. gadā izdarīti Talsu pilskalnā, izpētot X—XIV gs. kultūrslāņus. Pilskalns atrodas Talsu pilsētas dienvidu daļā — Talsu ezera austrumu krastā. Pilskalnam blakus ir senās Talsu pilsētas vieta.



18. att. Talsu kalēju knaibles.



19. att. Talsu nažu asmeņu tehnoloģiskā shēma.

Starp dažādajiem izrakumos iegūtajiem izstrādājumiem (bultu un šķēpu smailēm, pakavu fragmentiem, šķiltavām, priekškaramajām atslēgām, nažiem u. c.) pilskalna XII gs. kultūrslānī netālu no kādas krāsns atrada kalēju knaibles *(18. att.)*, nelielu laktu un daudzus dzelzs sārņu gabalus [76].

Vairāk nekā 2000 metāla izstrādājumu (nažus, zobenus, cirvjus, šķēpu smailes, zirgu iemauktu piederumus u. c.) 1934. un 1936. gadā izvilka no pilskalnam tuvumā esošā Vilkmuižas ezera. Spriežot pēc izstrādājumu formas, tie ir XII—XIV gs. ražojumi. Daļa priekšmetu ir salauzti, apdeguši un pat apkusuši ugunī. Tas izskaidrojams ar tālaika apbedīšanas un ziedo-

šanas kultu [178]. Atrastos izstrādājumus stipri bojājusi arī korozija.

Kalēju knaibles *(18. att.)* kaltas no dzelzs. Tās ir ar atliektiem galiem, lai stabilāk saturētu kalumu. Mūsdienās tās gatavo no tērauda ar oglekļa saturu 0,3—0,4% [228, *302. lpp.*].

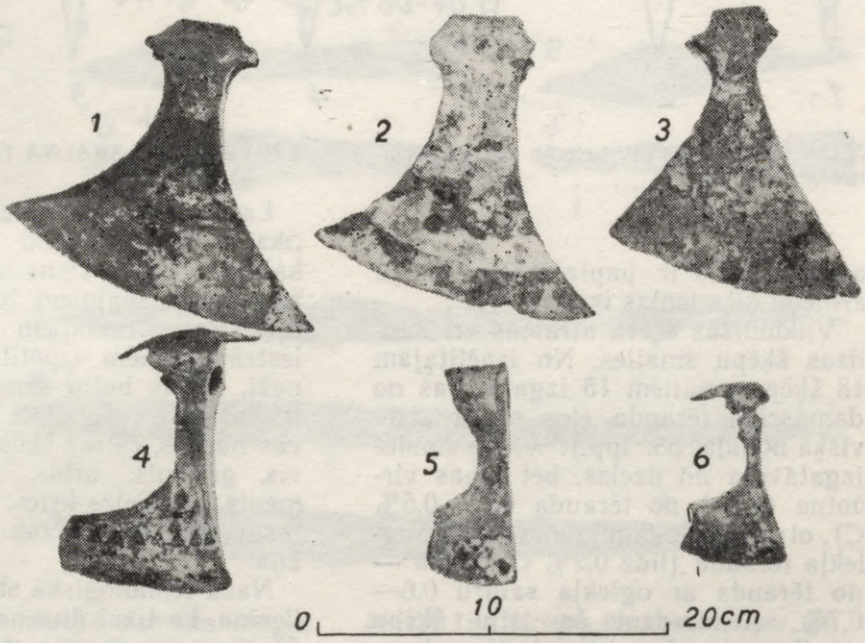
Divu nažu tehnoloģiskās shēmas dotas 19. attēlā. Pirmā naža tehnoloģiskā shēma *(1)* atklāj, ka nazis kalts no trijiem metāla gabaliem: viens satur 0,3% C, otrs — 0,3—0,4% un trešais 0—0,1% C. Rūdot un atlaidinot iegūtā sorbīta cietība HB ir 225. Asmens ķīļa leņķis ir 22°. Otrs nazis izgatavots no dzelzs, kas vietām satur oglekli līdz 0,1%. Pirmais nazis satur tikai nedaudz sīkākus sārņu ieslēgumus, turpretī otrajam nazim ir rupji sārņu ieslēgumi lielā daudzumā.

Vilkmuižas ezerā atrasts vairāk nekā simts cirvju. Raksturīgākie cirvji attēloti 20. attēlā. Tehnoloģiskā shēma *(21. att.)* noteikta pēc cirvju galu virsmām. Analizēto cirvju korozijas bojājumu pakāpe ir vidēja.

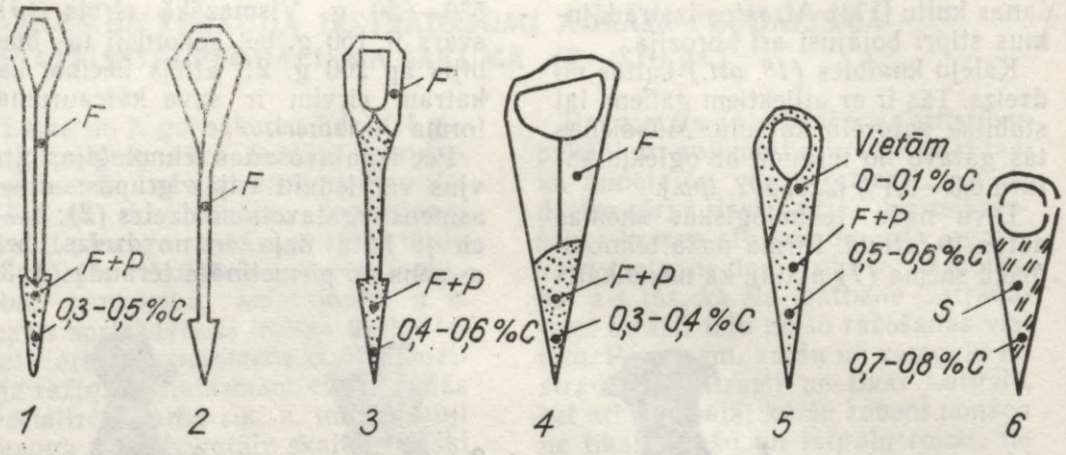
Četru lielāko cirvju *(20. att. — 1—4)* tagadējais svars ir 430—550 g, bet to sākotnējais svars droši vien bijis 550—650 g. Vismazākā cirvja *(6)* svars ir 150 g, bet sākotnēji tas būs bijis ap 200 g. 21. attēls liecina, ka katram cirvim ir sava kātcauruma forma un izmēri.

Pēc izgatavošanas tehnoloģijas cirvjus var iedalīt trijās grupās: *a* — asmens izgatavots no dzelzs *(2)*; *b* — cirvja kāta daļa ir no dzelzs, bet asmens no piemetināta tērauda *(1, 3, 4)*; *c* — cirvis izgatavots no tērauda (*5* un *6*). Tikai vienam cirvim asmens ir nepietiekamas kvalitātes — no dzelzs. Pārējiem cirvjiem oglekļa daudzums tērauda asmeņos ir no 0,3 līdz 0,8%; tas ir pilnīgi pietiekami, lai rūdot asmens kļūtu cietāks. Ar rūdīta tērauda struktūru (sorbītu) asmens daļā ir tikai viens cirvis *(6)*. Droši vien cirvji ir bijuši rūdīti, taču apbedīšanas rituālā vai ziedošanas kulta laikā tie ir atkvēlinājušies.

Lai iegūtu izdevīgāku asmens ķīļa leņķi, vislielākajiem cirvjiem *(1, 2, 3)*, kuri arī vidusdaļā visplānākie,



20. att. Seši Vilkmuižas ezera cirvji.



21. att. Vilkmuižas ezera cirvju *(20. att.)* tehnoloģiskā shēma.

asmens daļa ir paplašināta. Cirvju asmeņu ķīļa leņķis ir 7°30′—17°.

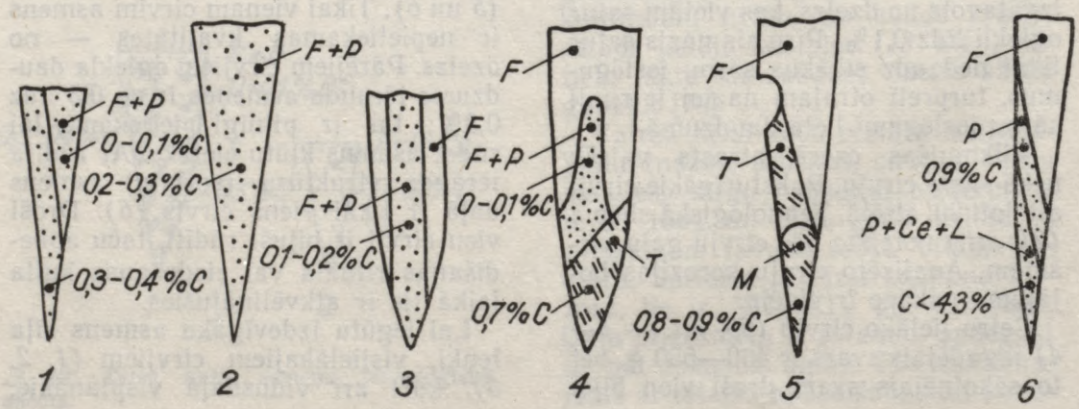
Vilkmuižas ezerā atrastas arī daudzas šķēpu smailes. No izpētītajām 18 šķēpu smailēm 15 izgatavotas no damascēta tērauda (tos skatīt atsevišķā nodaļā 55. lpp.). Viena smaile izgatavota no dzelzs, bet lapas virsotne (gals) no tērauda (0,4—0,5% C), otra smaile izgatavota no mazoglekļa tērauda (līdz 0,2% C), trešā — no tērauda ar oglekļa saturu 0,6—0,7%. Acīmredzot šo triju šķēpu smaiļu gatavošanai lietots tērauds ar dažādu oglekļa saturu un dzelzs.

22. att. Tērvetes nažu un slīmesta *(6)* tehnoloģiskā shēma. L — ledeburīts.

TĒRVETES PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

Laikā no 1951. līdz 1960. gadam tika veikti izrakumi Tērvetes pilskalnā, kas bija viens no galvenajiem zemgaļu pilskalniem. No virsējos kultūrslāņos atrastajiem melnā metāla izstrādājumiem izpētīti 28 — pieci naži, četras bultu smailes, trīs īleni, trīs pakavu fragmenti, divi kapļi, divas naglas, četras šķēpu smailes, cirvis, grieznis, urbis, slīmesta fragments un dzelzs krics. Šos priekšmetus vairāk vai mazāk bojājusi korozija.

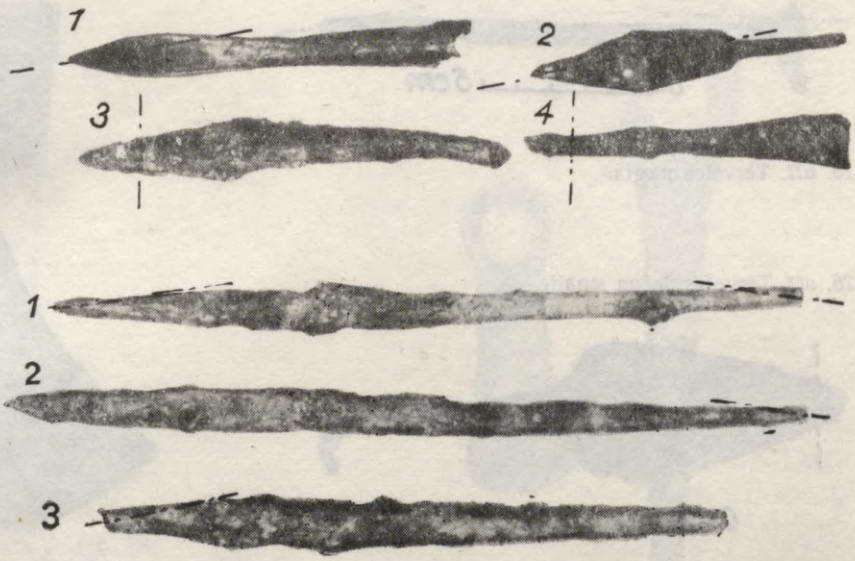
Nažu tehnoloģiskā shēma *(22. att.)* liecina, ka tikai divi naži ir rūdīti *(4, 5)*, tiem asmens virsotnē piemetināta tērauda plāksnīte (satur 0,7—0,9% oglekļa). Šādu oglekļa daudzumu satur arī mūsdienās ražotie naži. Pirmajiem diviem nažiem *(1, 2)* cietību ieguva, izdarot uzkaldi. Pirmajam



nazim iegūtā cietība HB 160, bet pēc atkvēlināšanas tā samazinājās uz 98. Tāda uzkaldināta metāla struktūra parādīta XIV attēlā. Otrajam nazim uzkaldē ieguva vēl lielāku cietību — HB 201 (pēc atkvēlināšanas samazinājās uz 101). Turklāt trešajam nazim cietības pieaugums bija radies galvenokārt novecošanās dēļ — atkvēlinot HB samazinājās no 121 uz 99.

No tāda paša metāla izgatavotas vēl divas bultu smailes *(2, 3)*, tikai to virsotnes nedaudz uzkaldinātas. Ceturtā smaile *(4)* izgatavota no ļoti neviendabīga tērauda, kam oglekļa daudzums svārstās no 0 līdz 0,7%.

23. att. Cetras Tērvetes bultu smailes (samaz. par 1/3).



Īpatnējs ir slīmesta asmens fragments *(22. att. — 6)*. Tam virsotnes cietības palielināšanai viena sānmala ir cementēta. Rezultātā iegūta baltā čuguna struktūra. XV attēlā parādīta cementētās vietas mikrostruktūra. Gaišā vieta kreisajā pusē ir ferīts, tālāk — perlīts, sekundārais cementīts un ledeburīts. Lai gan šeit baltā čuguna struktūra ir ar lielu cietību, tā nav vēlama, jo ievērojami palielina virsotnes trauslumu.

23. attēlā —1 attēlotā bultu smaile izgatavota no dzelzs. Tās virsotnes griezuma mikrostruktūrā *(XVI att.)* redzams ferīts ar dažāda lieluma sārņu ieslēgumiem. Sārņu ieslēgumu ir daudz, un tos var skaidri saredzēt jau griezuma makrostruktūrā. Griezuma vietā HB bija 107 un pēc atkvēlināšanas samazinājās tikai nedaudz — uz 101.

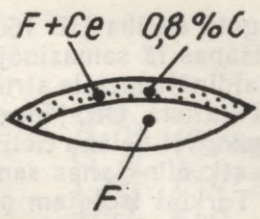
24. att. Trīs Tērvetes īleni (samaz. par 1/3).

Īlens *(24. att. — 1)* izgatavots no dzelzs. Tā viens gals (pa kreisi) ir cementēts, līdz oglekļa daudzums sasniedzis 0,4%, tad rūdīts. Īlena gala mikrostruktūra *(XVII att.)* rāda, ka vidū ir dzelzs slānis (ferīts) un malās rūdot iegūts martensīts un trostīts.

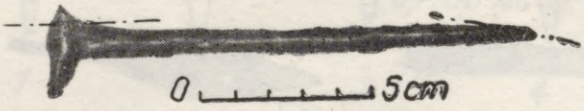
Arī otrs īlens *(2)* izgatavots no dzelzs. Viens gals satur oglekli 0,1—0,2%. Trešais īlens *(3)* izgatavots no mazoglekļa tērauda. Sārņu ieslēgumi metālā sīki, un to nav daudz.

Analizēti trīs pakavi. Tie kalti no dzelzs ar nelielu (gadījuma rakstura) oglekļa piemaisījumu līdz 0,1%, izņemot vienu pakavu, kam nelielā vietā ir pat 1,0% C (mūsdienās saskaņā ar ГОСТ 5408—50 pakavus kaļ no Ст2 un Ст3, kas satur oglekli 0,09—0,22%).

Pakava raksturīga mikrostruktūra parādīta XVIII attēlā. Redzams ferīts ar nelielu daudzumu perlīta un sīki sārņu ieslēgumi, starp kuriem atrodas arī viens liels, rupjš sārņu ieslēgums. Rupji sārņu ieslēgumi redzami visos pakavos, un tie skaidri saskatāmi pat makrostruktūrā. Metāla cietība HB bija 95—113, kas pēc atkvēlināšanas samazinājās par 11—15 vienībām.

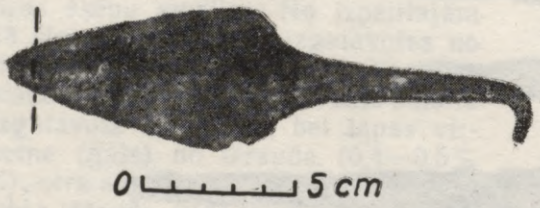


27. att. Tērvetes šķēpa smailes *(26. att.)* lapas tehnoloģiskā shēma.



25. att. Tērvetes nagla.

26. att. Tērvetes šķēpa smaile.



28. att. Tērvetes cirvis (samaz. apmēram 3×).

Nagla *(25. att.)* kalta no dzelzs. Koks, kurā tā atradusies, ir dedzis, jo naglas gals nelielā dziļumā cementējies (oglekļa daudzums 0,9%). Arī otra nagla izgatavota no dzelzs; tās virsotne nedaudz cementējusies, atrodoties kokā tā degšanas laikā. Abu naglu metāls satur sīkus un vidējus sārņu ieslēgumus.

Šķēpa smaile, kas parādīta 26. attēlā, izgatavota no dzelzs, un tai lapas vienā sānā piemetināts plāns tērauda slānis ar oglekļa daudzumu 0,8% (sk. tehnoloģisko shēmu 27. attēlā). Šī tērauda slāņa mikrostruktūra parādīta XIX attēlā. Tā sastāv no ferīta un cementīta, pēc atkvēlināšanas no perlīta ar ferīta tīkliņu. Cietība HB ferīta (dzelzs) pusē bija 156, kas pēc atkvēlināšanas samazinājās uz 104. Otra līdzīga šķēpa smaile arī izgatavota no dzelzs un ir bez piemetināta tērauda slāņa. Trešā un ceturtā smaile ir ar uzmavu un arī izgatavotas no dzelzs.

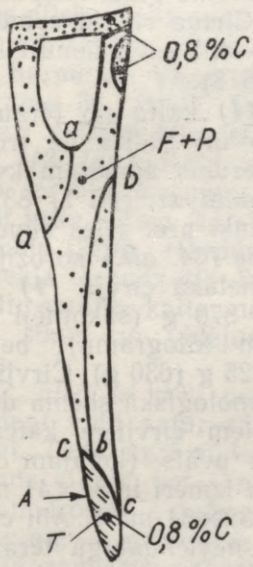
Cirvja *(28. att.)* struktūra pētīta pa priekšējā gala virsmu. No tās tehnoloģiskās shēmas *(29. att.)* redzams, ka cirvja priekšējais gals gandrīz jau tāds pats, kāds ir mūsdienu meža darba cirvjiem. Cirvis izkalts no vairākiem kopā sametinātiem tērauda gabaliem. Sametināšana izdarīta pa līnijām *a—a, b—b, c—c* un pa grūti nosakāmu līniju pieta daļā. Cirvja vidējā daļa satur oglekli 0,1—0,2%, asmens virsotne un pieta daļa — ap 0,8%. Asmens rūdīts, iegūstot trostīta struktūru.

Analizētie kapļi parādīti 30. attēlā. Pirmais kaplis *(1)* sver 421 g. Tas

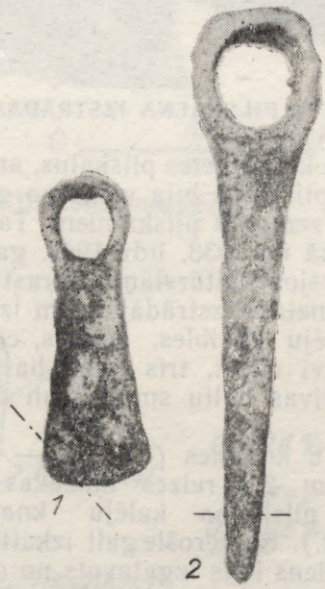
izkalts no mazoglekļa tērauda (0,1—0,2% C). Kātcaurums ovāls, 35 mm augsts un 30 mm plats.

Otrs kaplis *(2)* pieder pie smailkapļu grupas. Tas sver gandrīz 2 kg (1950 g), kātcaurums ovāls — 48×42 mm. Kaplis izkalts no dzelzs, kam virsotnē iemetināts neviendabīga tērauda slānis (0,1—0,8% C) un ir nepilni rūdīts (struktūra sastāv no ferīta, sorbīta un trostīta), iegūstot cietību HB 241—293 (saskaņā ar ГОСТ 1757—42 smailkaplis—kaplis tiek gatavots no tērauda 50 vai Ст7 un to abos galos rūda līdz cietībai HB 320—450).

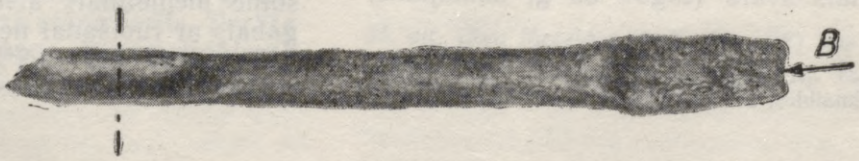
Karotes veida urbja *(31. att.)* griezošās daļas diametrs ir 16 mm. Urbis izgatavots no dzelzs, kam rievas iekšpusē iemetināts tērauds (0,4—0,9%



29. att. Tērvetes cirvja *(28. att.)* tehnoloģiskā shēma.

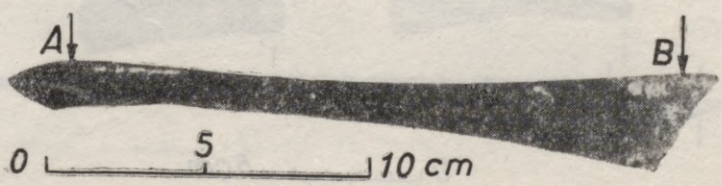


30. att. Divi Tērvetes kapļi (samaz. apmēram 4×).



31. att. Tērvetes karotes veida urbis (samaz. apmēram 3×).

32. att. Tērvetes grieznis.



C), un tas norūdīts līdz cietībai HB 285. Mūsdienās karotes veida urbjus lieto reti, un tos tad izgatavo no tērauda ar oglekļa saturu ap 0,7—0,8%. Pēc rūdīšanas cietība HB tādiem urbjiem 486—514 [213].

Grieznis *(32. att.)* lietots koka virpošanai. Struktūra pētīta vietās *A* un *B*. Mikrostruktūrā redzami nevienmērīgi izkārtoti ferīta un perlīta graudi (oglekļa daudzums līdz 0,3%) un nedaudzi sīki sārņu ieslēgumi. Vietā *A* cietība HB 150.

MEŽOTNES PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

Tāpat kā Tērvetes pilskalns, arī Mežotnes pilskalns bija viens no galvenajiem zemgaļu pilskalniem. Tas pētīts laikā no 1938. līdz 1942. gadam. No virsējos kultūrslāņos atrastajiem melnā metāla izstrādājumiem izpētīti 14: kalēju knaibles, veseris, cirtnis, vīle, divi cirvji, trīs naži, harpūna, īlens, divas bultu smailes un dzelzs krics.

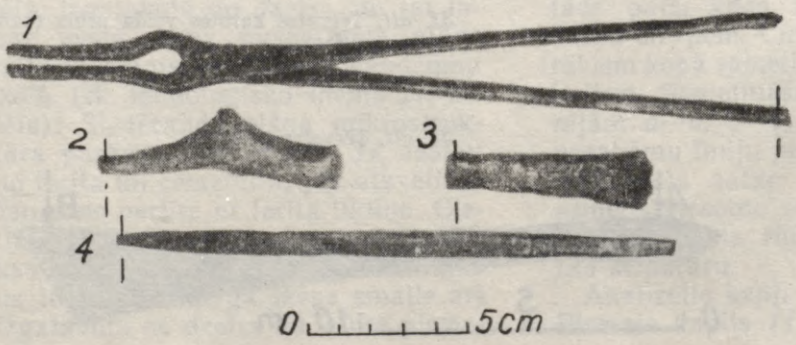
Kalēju knaibles *(33. att. — 1)* ir apmēram 2,3 reizes mazākas par Talsu pilskalna kalēju knaiblēm *(18. att.)*. Satverošie gali izkalti plakani. Viens kāts izgatavots no dzelzs (vietām satur līdz 0,1% oglekļa), otrs — no mazoglekļa tērauda (0,1—0,2% C).

Veseris *(2)* kalts no dzelzs. Nelielais svars (tagad 60 g, domājams, bija ap 100 g) norāda, ka veseris lietots rotkaļu darbos. Pilskalnā atrasts arī vēl otrs, smagāks veseris.

Cirtnis *(3)* kalts no tērauda, kam oglekļa saturs 0,8—0,9%. (Saskaņā ar ГОСТ 7211—54 mūsdienu atslēdznieku cirtņu tērauds satur ap 0,7% oglekļa.) Cirtņa asmens ir rūdīts apmēram 6 mm augstumā, iegūstot trostīta struktūru. Arī mūsdienās rūda cirtņa asmens galu, bet kāta daļā — tikai uzsitamo galu, lai palielinātu to cietību. Cirtņa rūdītā asmens cietība HB 385—455 (mūsdienu cirtņiem HB ir 514—578).

Vīle *(4)* kalta no tērauda (0,8—0,9% C) un rūdīta uz trostītu. Tās šķērsgriezums apmēram kvadrātisks. Vīles zobiņi uzcirsti ar 83° lielu slīpuma leņķi pret vīles simetrijas asi.

Cirvjus *(34. att.)* korozija bojājusi vidēji; lielākā cirvja *(1)* tagadējais svars ir 870 g (sākotnēji tas svēris apmēram kilogramu), bet mazākā *(2)* — 525 g (630 g). Cirvju priekšējo galu tehnoloģiskā shēma dota 35. attēlā. Abiem cirvjiem kātcaurums ir nedaudz ovāls (lielajam cirvim kātcauruma izmēri ir 34×41 mm, mazajam — 32×34 mm). Abi cirvji gatavoti no neviendabīgu tēraudu gabaliem. Lielā cirvja asmenim, kā parasti tālaika labākajiem cirvjiem, piemetināts tērauds ar lielāku oglekļa saturu (0,5—0,8%), kas pēc tam rūdīts uz trostītu. Turklāt mazajam cirvim virsotnē piemetināts atsevišķs tērauda gabals ar rūdīšanai nepietiekamu oglekļa saturu (0,1—0,2% C). Šīs mazā cirvja virsotnes mikrostruktūra parā-



33. att. Mežotnes instrumenti: *1* — kalēju knaibles, *2* — veseris, *3* — cirtnis, *4* — vīle.

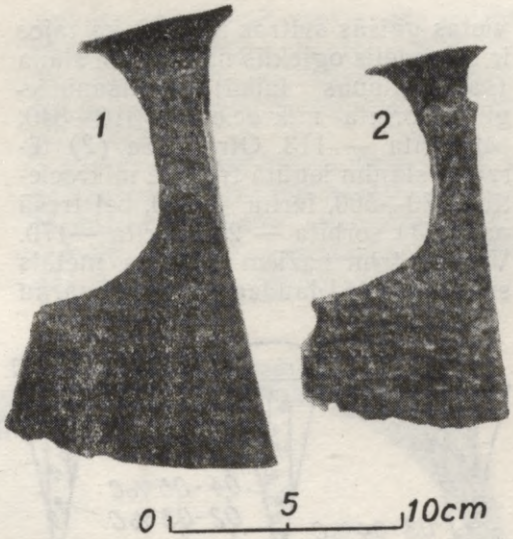
dīta XX attēlā: redzams smalks ferīts un perlīts ar nedaudziem sīkiem sārņu ieslēgumiem, pārējā cirvja daļā arī vidēji un rupji sārņu ieslēgumi. Līdzīga mikrostruktūra ir arī pirmajam cirvim. Tas, ka mazākajam cirvim asmens virsotne nav vis izgatavota no tā paša ķīļa daļas tērauda, kas satur rūdīšanai vajadzīgo oglekļa daudzumu (0,5—0,8%), bet gan no nerūdāma tērauda, ir gadījuma raksturs. Cirvja ķīļa leņķis ir 16° (lielajam cirvim — 13°).

Mežotnes pilskalns atrodas Lielupes krastā. Tolaik lielāku zivju ķeršanai lietoja arī harpūnas. Viena tāda harpūna redzama 36. attēlā. To varēja izmantot arī nelielu dzīvnieku medīšanai [121, *12. lpp.*]. Kāta atliektais gals deva iespēju harpūnu stingri piestiprināt koka kātam (to piesēja ar darvotu auklu [220]). Harpūna kalta no mazoglekļa tērauda (0—0,1% C).

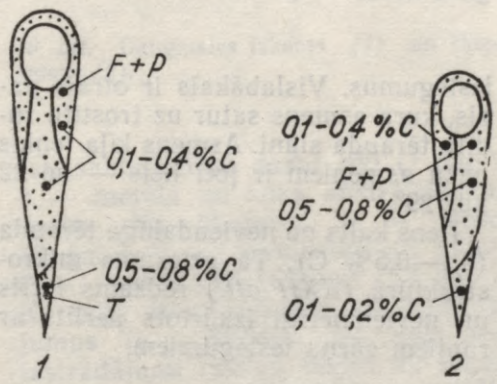
Abas bultu smailes kaltas no dzelzs, kas satur sīkus un vidējus sārņu ieslēgumus.

Naži *(37. att.)* ir kalti no dzelzs, un to asmeņi vidū satur rūdītu tērauda slāni. Tādu nazi rūdot, norūdījās tērauda slānis, bet sāni palika mīksti. Tas nodrošināja naža asmenim ilgstoši asumu — griešanas spējas, jo notika tā saucamā pašuzasināšanās.

Pirmā naža asmens *(37. att. — 1)* griezuma vidusdaļas mikrostruktūrā *(XXI att.)* vidū redzams rūdīta tērauda sorbīta slānis (0,3—0,4% C), bet malās dzelzs slāņa ferīts. Perlīta graudi ferīta slāņos aiz sametinājuma

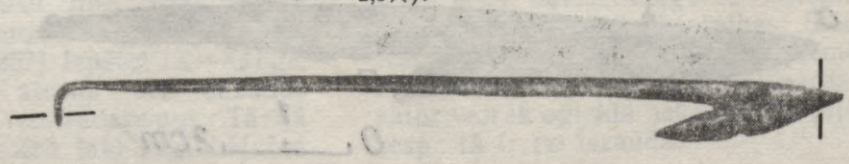


34. att. Divi Mežotnes cirvji.

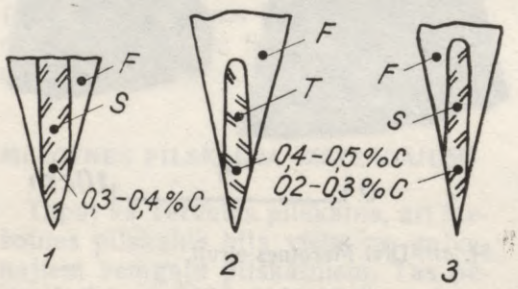


35. att. Divu Mežotnes cirvju *(34. att.)* tehnoloģiskā shēma.

36. att. Mežotnes harpūna (samaz. apmēram 2,5×).



vietas gaišās svītras norāda, ka tajos ir difundējis ogleklis no tērauda slāņa (sakarsēšanas laikā). Rūdīšanā iegūtā sorbīta mikrocietība 310—340, bet ferīta — 113. Otrā naža *(2)* tērauda slānim iegūtā trostīta mikrocietība 470—560, ferīta — 170, bet trešā naža *(3)* sorbīta — 265, ferīta —170. Visiem trim nažiem asmens metāls satur nelielā daudzumā sīkus sārņu



37. att. Triju Mežotnes nažu asmeņu tehnoloģiskā shēma.

ieslēgumus. Vislabākais ir otrais nazis, kura asmens satur uz trostītu rūdītu tērauda slāni. Asmens ķīļa leņķis nažu asmeņiem ir ļoti liels — no 22 līdz 29°.

Ilens kalts no neviendabīga tērauda (0,1—0,5% C). Tā griezuma mikrostruktūrā *(XXII att.)* redzams ferīts un nevienmērīgi izkārtots perlīts ar rupjiem sārņu ieslēgumiem.

DAUGMALES PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

1936. gadā notika arheoloģiskie izrakumi Daugmales pilskalnā. Kādai ciltij — zemgaļu vai lībiešu — XI un XII gs. īsteni piederēja šis pilskalns, varēs noskaidrot tikai tad, kad Daugmales pilskalna tuvumā izdosies atrast kādu kapulauku [121, *145. lpp.*].

No Daugmales X—XII gs. kultūrslāņa atrastajiem priekšmetiem izpētīti 13 korozijas vidēji bojāti dažādi izstrādājumi: divi cirvji, divi naži, divas bultu smailes, divas naglas, piekars, divas harpūnas, izkapts un šķēpa smaile. Atrastas arī divas damascētā tērauda šķēpu smailes.

Abi cirvji ir platasmens tipa un kalti no dzelzs, ķīļa galā piemetināts tērauda asmens (0,5—0,9% C) līdzīgi kā Mežotnes cirvjiem *(35. att.)*. Tā kā šie cirvji nezināmu iemeslu dēļ ir bijuši ugunī, tad tiem ir redzama pat daļēji pārkarsēta metāla struktūra (vidmanšteta struktūra).

Abi naži ir bez kātiem. Viena naža asmens tehnoloģiskā shēma pilnīgi vienāda ar Mežotnes pilskalna pirmā naža tehnoloģisko shēmu *(37. att — 1)*: dzelzs ķīļa vidū atrodas iemetināts rūdīta tērauda slānis, kas satur oglekli 0,7—0,9% un ir rūdīts uz sorbītu (mikrocietība 330). Tāpat kā Mežotnes nazis, arī šis nazis pats uzasinās. Samērā liels ir ķīļa leņķis (25°).

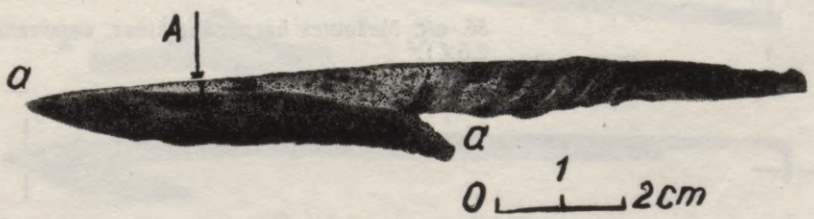
Otrs nazis kalts no tērauda, kas satur oglekli 0,7—0,8%. Tas rūdīts uz sorbītu. Kāta gala griezumā blakus sorbītam redzams arī perlīts.

Abas bultu smailes kaltas no dzelzs, kas dažās vietās satur arī oglekli līdz 0,1%. Smaiļu metāls samērā netīrs ar sārņiem.

Arī abas naglas kaltas no dzelzs, kas samērā netīra ar sārņiem. Vietām metāls satur arī oglekli līdz 0,1%.

Piekars kalts no metāla, kāds lietots arī naglu izgatavošanai. Cietība HB ļoti maza — tikai 85.

38. att. Isā Daugmales harpūna.



Daugmales pilskalns atrodas Daugavas krastā. Arī tur lielāku zivju ķeršanai lietoja harpūnas. No divām izpētītajām harpūnām īsākā parādīta 38. attēlā. Otra harpūna ir apmēram divas reizes garāka. Īsā harpūna kalta no dzelzs, kam līnijā *aAa* piemetināts tērauda asmens un pēc tam norūdīts. Vietas *A* mikrostruktūra parādīta XXIII attēlā: pa labi apakšā — kāta daļas dzelzs (ferīts), pa kreisi augšā — rūdītā un atlaidinātā tērauda asmens martensīts. Līdzīgi asmens daļā gatavota arī otrā harpūna.

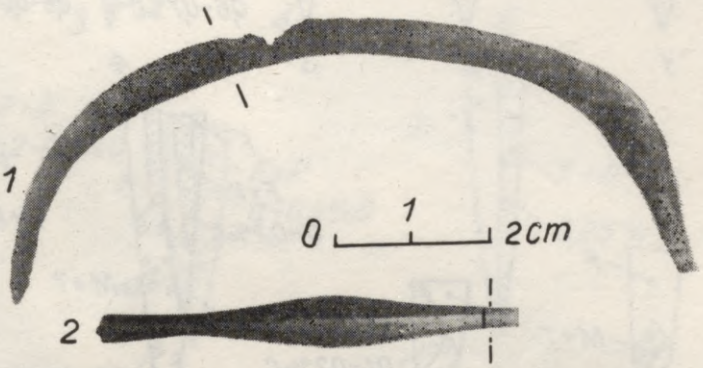
Izkaptij *(39. att. — 1)* griezumā redzami trīs slāņi: asmens vidū ļoti sīka ferīta un perlīta slānis (0,1—0,2% C), tam abās pusēs — ferīta slānis. Tehnoloģiskā shēma tāda pati kā Tērvetes pilskalna nazim *(22. att. — 3)*. Malējo slāņu ferīta graudu izskats norāda, ka izkapts metāls ir auksti deformēts (placināts—uzkaldināts). Liela ir vidējā slāņa mikrocietība (244—290).

Šķēpa smaile *(39. att. — 2)* kalta no dzelzs, kas dažās vietās satur arī oglekli līdz 0,2%.

ASOTES PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI [5]

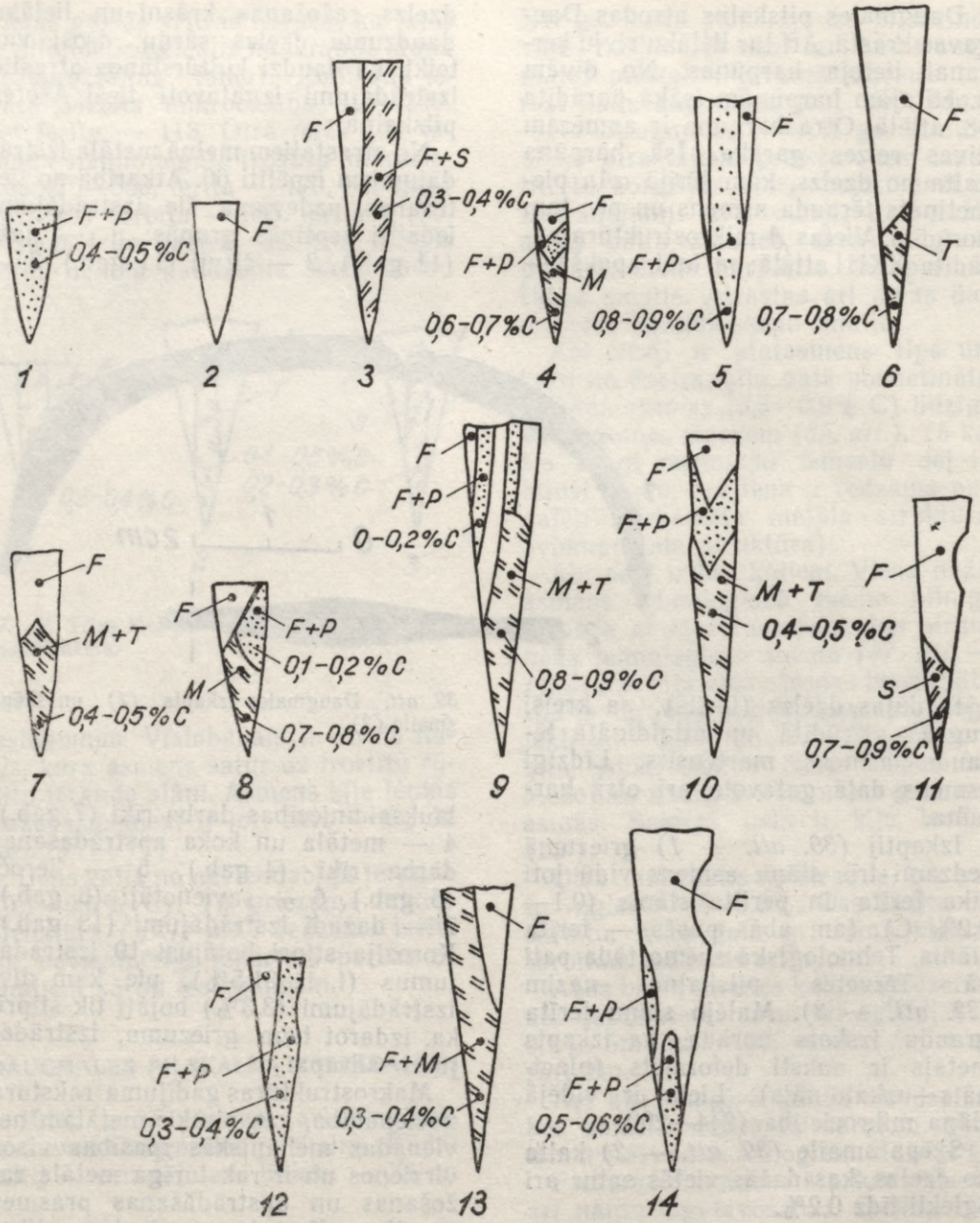
Laikā no 1949. līdz 1954. gadam izdarīja izrakumus latgaļu cilts Asotes pilskalnā [257]. Izpētot IX—XII gs. kultūrslāņus, atrada arī dažādus melnā metāla izstrādājumus. Tā kā atraka arī samērā labi saglabājušos dzelzs ražošanas krāsni un lielāku daudzumu dzelzs sārņu, droši var teikt, ka daudzi kultūrslāņos atrastie izstrādājumi izgatavoti tieši Asotes pilskalnā.

No atrastajiem melnā metāla izstrādājumiem izpētīti 60. Atkarībā no lietošanas uzdevuma šie izstrādājumi iedalīti septiņās grupās: 1 — naži (14 gab.), 2 — cirvji (11 gab.), 3 — lauksaimniecības darba rīki (7 gab.), 4 — metāla un koka apstrādāšanas darba rīki (4 gab.), 5 — ieroči (5 gab.), 6 — savienotāji (6 gab.), 7 — dažādi izstrādājumi (13 gab.). Korozija stipri bojājusi 19 izstrādājumus (t. i., 31,5%), pie kam divi izstrādājumi (3,3%) bojāti tik stipri, ka, izdarot tiem griezumu, izstrādājumi sadrupa.



39. att. Daugmales izkapts *(1)* un šķēpa smaile *(2)*.

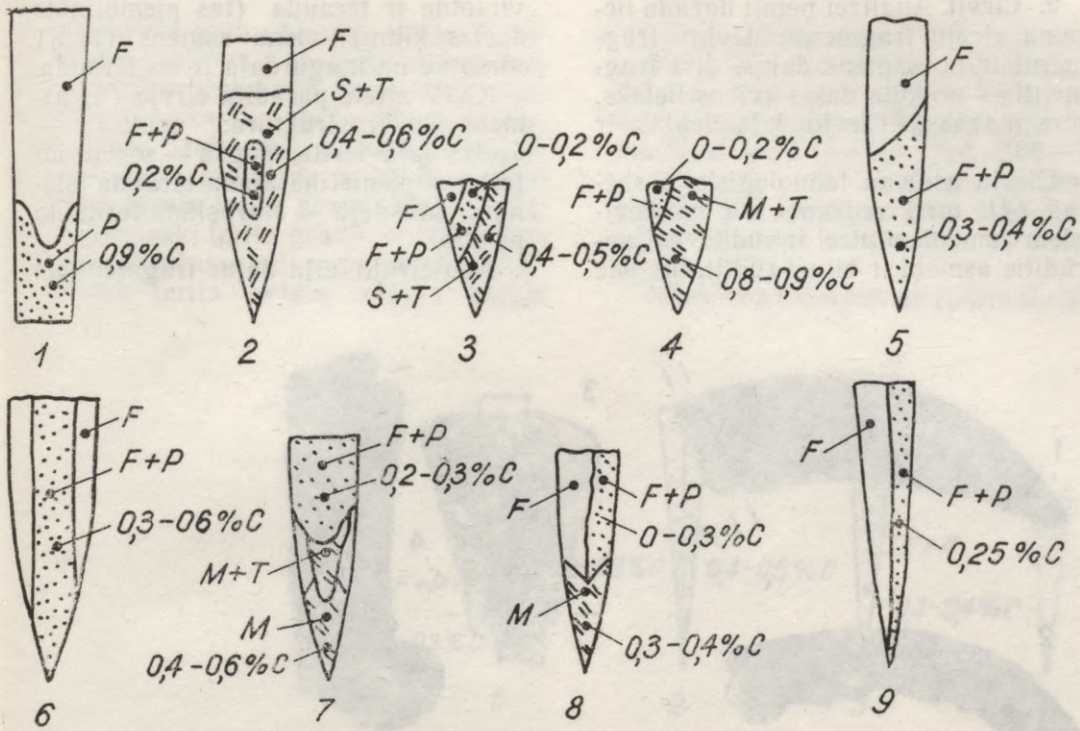
Makrostruktūras gadījuma rakstura nevienādība, kas piešķir metālam nevienādas mehāniskās īpašības visos virzienos un ir raksturīga metāla ražošanas un apstrādāšanas prasmes zemākam līmenim, novērojama tikai samērā nelielam daudzumam izstrādājumu (15,4%). Raksturīgi, ka vairumam izstrādājumu (60,4%) makrostruktūras neviendabīgumu noteikušas tieši priekšmetu īpatnības. Šiem izstrādājumiem darba daļa (piemēram, nažiem asmens virsotne) parasti satur vairāk oglekļa nekā pārējā daļa, resp., tā ir no tērauda.



40. att. Asotes nažu tehnoloģiskā shēma.

1. Naži. No izpētītiem 14 nažiem vai to fragmentiem tikai sešiem saglabājusies kāta daļa; tā ir izgatavota no dzelzs. Nažu asmeņiem ķīļa leņķis ir 8 līdz 15° (senajā Krievzemē bija 15—25° [220, *71. lpp.*]).

Apskatot nažu asmeņu tehnoloģisko shēmu *(40. att.)*, redzams, ka nerūdīti ir tikai pieci asmeņi. Taču nerūdītos asmeņus analizējot sīkāk, var teikt, ka no tiem četri ir bijuši rūdīti *(1, 5, 12, 14)*, bet pēc tam augstas temperatūras ietekmē tie atkvēlinājušies. Divi asmeņi *(3, 13)* ir ar nepilnas rūdīšanas struktūru; tas liecina,



41. att. Asotes cirvju tehnoloģiskā shēma.

ka tie nav bijuši sakarsēti līdz pilnas rūdīšanas temperatūrai.

Lai tērauds rūdot praktiski kļūtu cietāks, tam jāsatur vismaz 0,3% oglekļa. Šādu oglekļa daudzumu pārsniedz tērauds 13 asmeņos: trim asmeņiem (23%) ir 0,3—0,4%, trim asmeņiem (23%) — 0,4—0,5%, vienam asmenim (7,8%) — 0,5—0,6%, vienam asmenim (7,8%)—0,6—0,7%, diviem asmeņiem (15,4%) — 0,7—0,8% un trim asmeņiem (23%) — 0,8—0,9% C. Vidējais oglekļa daudzums šiem asmeņiem ir 0,6%.

Rūdītiem asmeņiem cietība HB ir 300—400 vai arī mikrocietība ir 360—700. Jāatzīmē, ka ferīts visos gadījumos ir ar palielinātu cietību, un, piemēram, nazim 3 cietība HB bija 150, bet pēc atkvēlināšanas samazinājās uz 102. Palielinātā cietība izskaidrojama ne tikai ar dzelzs novecošanos, bet dažos gadījumos arī ar uzkaldi.

Trīspadsmit naži em (nazim *2* asmens virsotne korozijas dēļ ir nodrupusi) asmeņu izgatavošanai izmantots kāds no šiem veidiem:

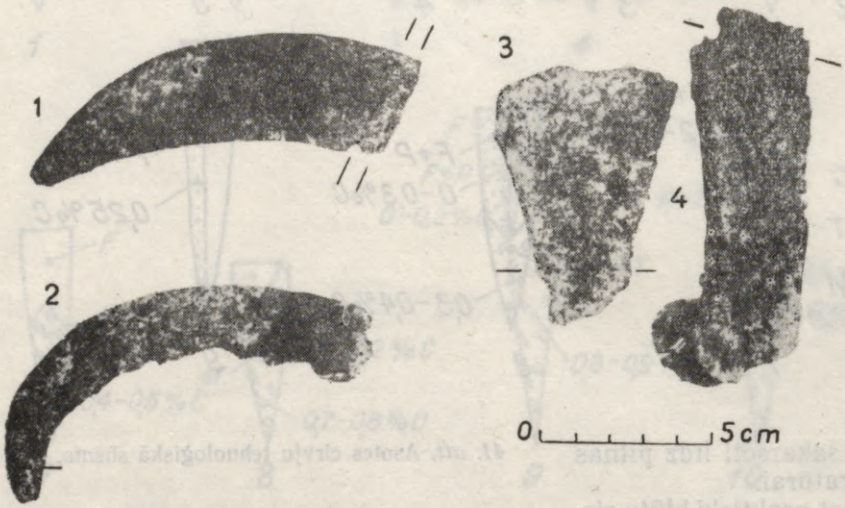
a) asmens izgatavots, sametinot kopā trīs slāņus; ķīļa vidū atrodas tērauda slānis, kam abos sānos piemetināts dzelzs slānis. Tāda izgatavošanas tehnoloģija ir vienam asmenim (7,8%), kura šķērsgriezums sastāv no trim 0,6—0,7 mm kopā sametinātiem slāņiem (nazis 5); vidū atrodas tērauda slānis (0,8—0,9% C);

b) asmens virsotne ir no tērauda, kas piemetināts dzelzs ķīlim. Šo paņēmienu lietoja visvairāk, jo tas ekonomiskāks par iepriekšējo [220, *99. lpp.*]. Tāda tehnoloģija izmantota vienpadsmit asmeņiem (84,4%). Vairākiem šīs grupas nažiem mikrostruktūra tērauda asmens piemetinājuma vietās pie dzelzs ķīļa ir daļēji līdzīga XXIII attēlā parādītai Daugmales īsās harpūnas mikrostruktūrai;

c) asmens virsotne un mugurdaļa ir no tērauda. Tāda izgatavošanas tehnoloģija ir vienam asmenim (7,8%); tērauda oglekļa saturs 0,4—0,5%.

2. Cirvji. Analīzei ņemti dažāda lieluma cirvju fragmenti: deviņi fragmenti ir no asmens daļas, divi fragmenti — no kāta daļas (viens lielāks, otrs mazāks). Cirvju ķīļa leņķis ir 7—28°.

Cirvju asmeņu tehnoloģiskajā shēmā *(41. att.)* redzams, ka no deviņiem asmeņiem pieci ir rūdīti. Arī nerūdītie asmeņi ir bijuši rūdīti, bet pēc



42. att. Asotes lauksaimniecības darba rīki: *1* — izkapts fragments, *2* — sirpja fragments, *3* — lemeša gals, *4* — lāpstas apkalums.

tam augstas temperatūras ietekmē tie atkvēlinājušies. Piemēram, šādā procesā viena cirvja asmens *(5)* ieguvis pat pārkarsēta metāla struktūru — vidmanšteta struktūru.

Cirvja tērauda asmeņos oglekļa daudzums ir 0,25—0,9%, vidēji 0,5%. Rūdīto asmeņu cietība HB 350—500, mikrocietība 410—700. Tāpat kā nažiem, arī cirvju asmeņu ferīts ir ar palielinātu cietību, sasniedzot HB pat 184.

Cirvjiem asmeņu izgatavošanas paņēmieni ir tādi paši kā nažiem. Viens asmens (11%) sastāv no trim kopā sametinātiem slāņiem (vidū tērauda slānis, kam abos sānos piemetināts dzelzs); septiņiem asmeņiem (78%) virsotne ir tērauda (tas piemetināts dzelzs ķīlim); viena asmens (11%) virsotne un mugurdaļa ir no tērauda.

XXIV attēlā parādīta cirvja *(3)* asmens mikrostruktūra: apakšā — dzelzs ķīļa ferīts, augšā — sorbīts un trostīts piemetinātajam tērauda slānim, vidusdaļā — starpslāņa ferīts un perlīts.

Abu cirvju kāta daļas fragmentiem griezuma mikrostruktūrā redzami lieli rekristalizēta ferīta graudi, kas līdzīgi sirpja asmens ferīta graudiem XXV attēlā.

3. Lauksaimniecības darba rīki. No lauksaimniecības darba rīkiem izpētīti četri izkapšu fragmenti, viens cirvja fragments, lemeša gals un lāpstas apkalums. Viens izkapts fragments sadrupa griešanas laikā.

Izkapšu un sirpja asmeņu izgatavošanas paņēmieni līdzīgi nažu asmeņu izgatavošanas paņēmieniem. Viens izkapts asmens izgatavots no divslāņu tērauda *(43. att. — 2);* diviem asmeņiem virsotne ir tērauda, un tas piemetināts dzelzs ķīlim *(1, 3);* viens asmens ir no viengabala dzelzs *(4),* tā mikrostruktūra dota XXV attēlā. Asmeņiem ir nerūdīta tērauda struktūra, tomēr var teikt, ka pirmie trīs ir bijuši rūdīti (arī senajā Krievzemē šādus asmeņus rūdīja [220, *99. lpp.*]).

Lemeša gala *(42. att. — 3)* un lāpstas apkaluma *(4)* griezuma mikrostruktūra liecina, ka tie sastāv no ferīta, t. i., ka tie izgatavoti no dzelzs. Lemeša gala mikrostruktūrā redzamie ferīta graudi ir nedaudz mazāki nekā sirpja ferīta graudi XXV attēlā. Vēl mazāki ferīta graudi redzami lāpstas apkaluma mikrostruktūrā. Palielinātā ferīta cietība lemeša galam (HB 184) un lāpstas apkalumam (HB 120) norāda uz metāla uzkaldi un novecošanos.

4. Metāla un koka apstrādāšanas instrumenti. No dažādiem metāla un koka apstrādāšanas darba rīkiem — instrumentiem izpētīts cirtņa gals, caursitnis, plakans slīmests un slīmesta fragments.

Cirtņa gala *(44. att. — 1)* asmens virsotne izgatavota no tērauda ar oglekļa daudzumu 0,4—0,5%; šis tērauds piemetināts mazoglekļa tēraudam (0—0,2% C). Asmeni rūdot, iegūtā martensīta cietība HB bija 400.

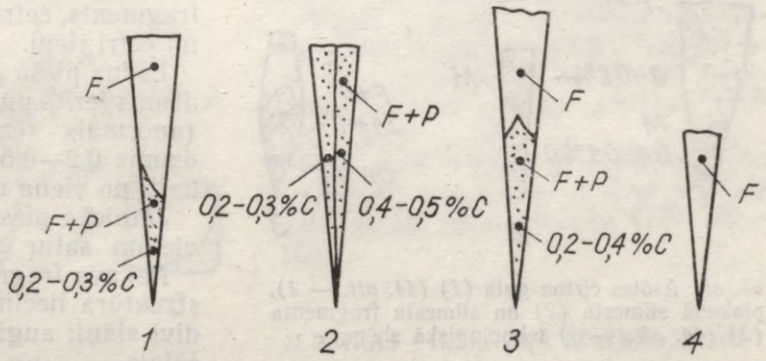
Caursitņa *(2)* metāls satur oglekļa daudzumu 0,8—1,0% (saskaņā ar ГОСТ 7214—54 mūsdienu caursitņu tērauds satur oglekli ap 0,7%). Caursitnis nav rūdīts, taču jādomā, ka tas bijis rūdīts, bet vēlāk, atrodoties ugunī, ir atkvēlinājies.

Plakanais slīmests *(45. att. — 2)* ir izkalts no neviendabīga tērauda un norūdīts uz martensītu, kam cietība HB mainās no 237 līdz 455 (pēc ГОСТ 1183—41 mūsdienu koku ēvelnažiem cietība HB 524—601).

Slīmesta fragments *(3)* ir no dzelzs, asmens ķīļa virsotnē ir piemetināts tērauds, kas satur oglekli 0,8%. Rūdītā asmens mikrostruktūra sastāv no martensīta un trostīta (HB 400).

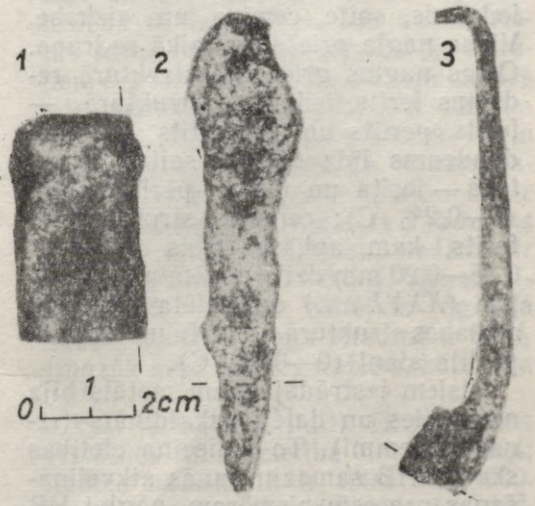
5. Ieroči. No dažādiem ieročiem izpētīti divi iedzītņa šķēpu fragmenti, uzmavas šķēpa smaile, vāle un bultas smaile.

Neviens ierocis nav ar rūdīta metāla

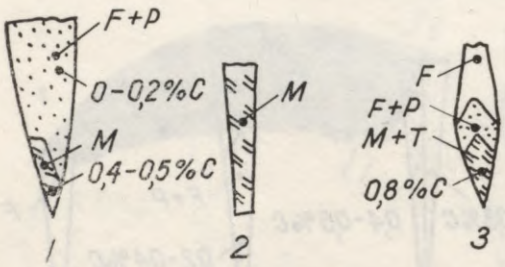


43. att. Asotes izkapšu *(1, 2, 3)* un sirpja *(4)* asmeņu tehnoloģiskā shēma.

44. att. Asotes metāla un koka apstrādes instrumenti: *1* — cirtņa gals, *2* — caursitnis, *3* — slīmesta fragments.



struktūru, lai gan darba daļas izveidojums norāda, ka rūdīšana paredzēta, piemēram, vienam iedzītņa šķēpam (vienpusīgam) mazoglekļa tērauda (ap 0,2% C) ķīlim virsotnē piemetināts tāds tērauda asmens *(46. att. — 1)*, kas praktiski labi rūdās (satur 0,9—1,0% C); uzmavas šķēpa smailes dzelzs lapai *(2)* vienā pusē (virspusē) piemetināts tērauda



45. att. Asotes cirtņa gala *(1) (44. att. — 1)*, plakanā slīmesta *(2)* un slīmesta fragmenta *(3) (44. att. — 3)* tehnoloģiskā shēma.

slānis (0,4—0,5% C); dzelzs vāles virsma ir cementēta un dažās vietās iegūts pat 0,8% liels oglekļa saturs; bultas smaile *(3)* divos stūros ir cementēta. Otrajai iedzītņa šķēpa smailei darba daļa ir zudusi un vairs nav iespējams konstatēt asmens uzbūvi (kāts ir no dzelzs).

6. Savienotāji. No dažādiem savienotājiem izpētītas divas naglas, iedzītnis, saite, cemme un aizkabe. Viena nagla griešanas laikā sadrupa. Otras naglas griezuma struktūrā redzams ferīts, iedzītņa struktūrā — ferīts, perlīts un cementīts (oglekļa daudzums līdz 0,2%), saites struktūrā — ferīta un ferīta—perlīta slāņi (0—0,2% C); cemmes struktūrā — ferīts, kam apkārt trijās pusēs ir 0,15—0,20 mm dziļa perlīta un cementīta *(XXVI att.)* cementēta kārta un aizkabes struktūrā — ferīta un ferīta—perlīta slāņi (0—0,5% C).

Visiem izstrādājumiem metāls bija novecojies un daļēji uzkaldināts (izņemot cemmi). To apliecina cietības skaitļa HB samazināšanās atkvēlināšanas procesā; piemēram, naglai HB samazinājās no 150 uz 92, iedzītnim — no 123 uz 95, saitei — no 169 uz 95, aizkabei — no 177 uz 104.

Cemmes virsma nav bijusi speciāli cementēta, bet šis process noticis tāpēc, ka koks, kurā ir bijusi iedzīta cemme, ir tā dedzis, ka radušies labvēlīgi apstākļi cementēšanas procesam.

7. Dažādi izstrādājumi. No dažādiem izstrādājumiem izpētīts ledus piesis, jātnieka pieša smaile, pakava fragments, četri stieņi, divas šķiltavas un četri īleni.

Ledus pieša griezuma struktūrā redzams ferīts un graudainais cementīts (anormāls tērauds). Oglekļa daudzums 0,2—0,5%. Smaile un pamats kalti no viena metāla gabala.

Jātnieka piesis kalts no dzelzs, kas vietām satur arī oglekli līdz 0,1%.

Pakava fragmenta griezuma mikrostruktūra liecina, ka kopā sametināti divi slāņi: augšējais no dzelzs, apakšējais — no mazoglekļa tērauda (0,2—0,3% C).

Stieņi ir sagataves kādam izstrādājumam. Pirmais stienis ir prizmatisks (10×12 mm, garums ap 110 mm). Tā griezuma struktūrā redzams ferīts, perlīts, graudainais cementīts, trostīts un martensīts. Šāda struktūra ir tādēļ, ka stienis izkalts no neviendabīga tērauda (oglekļa daudzums no 0 līdz 1,1%).

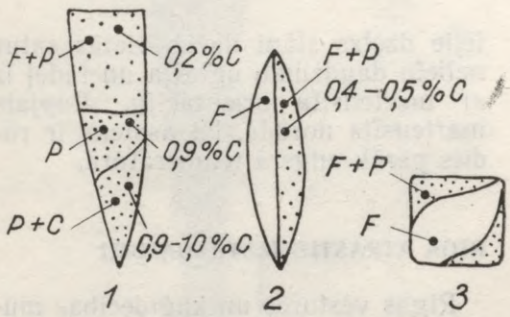
Arī otra stieņa (garums ap 100 mm) struktūra ir neviendabīga — redzams ferīts, trostīts un martensīts. Oglekļa daudzums metālā ir no 0 līdz 0,5%.

Trešais stienis (garums ap 70 mm) kalts no dzelzs, ceturtais (garums ap 100 mm) no tērauda ar oglekļa saturu 0,3—0,4%.

Šķiltavām katrai ir sava izgatavošanas tehnoloģija. Lielās šķiltavas (daļēji līdzīgas *51. att. — 5)* kaltas no dzelzs un pēc tam no trim pusēm cementētas un rūdītas, iegūstot martensītu un trostītu ar cietību HB 400—450. Cementēšanas dziļums 0,7—1,0 mm.

Mazās šķiltavas ir atlocīta stienīšveida un kaltas no diviem slāņiem: dzelzs pamatdaļai ir piemetināta tē-

rauda plāksnīte. Tērauda plāksnīte satur oglekli 0,4—0,5% un rūdīta uz sorbītu (HB 185). Sametinājuma vietas mikrostruktūra dota XXVII attēlā: pa kreisi redzams ferīts (pamatdaļa), pa labi — piemetinātās un pēc tam rūdītās tērauda plāksnītes sorbīts. Trieciena vietā novietotais tērauds dod vairāk dzirksteļu pušķu (zvaigznīšu) nekā dzelzs, jo tēraudā esošais



46. att. Triju Asotes ieroču darba daļas tehnoloģiskā shēma: *1* — iedzītņa šķēpa fragmenta asmens (netālu no kāta sākuma), *2* — uzmavas šķēpa smaile (netālu no virsotnes), *3* — bultas smaile (netālu no virsotnes).

ogleklis palielina dzirksteļu pušķu daudzumu.

Īlenu darba galu griezumu struktūrā redzams ferīts un perlīts. Viena īlena metāls satur oglekli no 0 līdz 0,1%, otra — 0,1—0,2%, trešā — 0,1—0,3%, ceturtā īlena griezuma vidusdaļa nesatur oglekli, toties īlens ir no ārpuses apmēram 0,2 mm dziļi cementēts.

DIGNĀJAS PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

1939. gadā izdarīja izrakumus sēļu cilts Dignājas pilskalnā [176]. No atradumiem metalogrāfiski izpētīti seši izstrādājumi — trīs naži, sirpja fragments un divi īleni.

Pirmā naža asmens ir stipri nodilis. Tas izgatavots no dzelzs (kāta vietā metāls satur arī oglekli līdz 0,1%); otrā naža asmens tehnoloģiskā shēma līdzīga Mežotnes naža asmens shēmai *(37. att. — 3)*, tikai nazim nav rūdīta tērauda struktūras. Dzelzs ķīļa vidū iemetinātais plānais tērauda slānis satur perlītu un dažās vietās arī nedaudz ferīta (oglekļa daudzums 0,8—0,9%). Domājams, ka nazis bijis rūdīts, bet vēlāk lielas temperatūras ietekmē ir atkvēlinājies. Trešā naža struktūra vienāda ar pirmā naža struktūru. Tikai tas ir netīrāks ar sārņiem. Visiem trim nažiem ir liels asmens ķīļa leņķis (22—24°).

Sirpis ir izkalts no dzelzs, kas dažās vietās satur arī oglekli līdz 0,1%. Asmens uzkaldināts un metāls novecojies, jo tam ir liela cietība (HB 165—180).

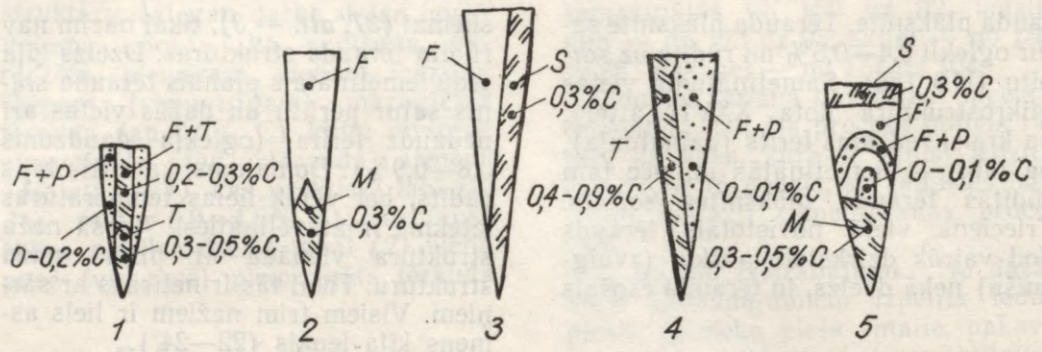
Abi īleni kalti no dzelzs. Sārņu ieslēgumi sīki un to ir maz. Metāls uzkaldināts un novecojies (HB 159—165).

JERSIKAS PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

1939. gadā izdarīti izrakumi arī latgaļu cilts Jersikas pilskalnā [19]. No tur atrastajiem izstrādājumiem metalogrāfiski izpētīti septiņi: pieci naži un divi īleni.

Nažu tehnoloģiskā shēma dota 47. attēlā. Šī shēma liecina, ka viens nazis *(1)* izgatavots, sametinot kopā trīs slāņus — asmens vidū atrodas tērauda slānis (oglekļa daudzums 0,2—0,5%), ko no abām pusēm ieslēdz dzelzs slānis, kas dažās vietās satur arī oglekli līdz 0,2%. Pārējiem četriem nažiem pie asmens dzelzs ķīļa piemetināts tērauds — diviem asmeņiem *(2, 5)* virsotnē, diviem — ķīļa sānos *(3, 4)*. Jāatzīmē, ka vienam nazim dzelzs ķīlis vietām ogleklis satur līdz pat 0,3% *(5)*. Oglekļa daudzums asmens virsotnē diviem nažiem ir 0,3%, diviem — 0,3—0,5%, vienam — 0,4—0,9%. Tātad vidējais oglekļa daudzums šo asmeņu virsotnē ir 0,4% (mazāk nekā Asotes nažiem, kam bija 0,6%).

Visi šie naži ir rūdīti. Tiem asmens virsotnes mikrocietība ir 469—924; Asotes nažiem tā ir tikai 360—700. Nažu asmeņu ķīļu leņķis ir 12—17°,



47. att. Jersikas nažu tehnoloģiskā shēma.

izņemot vienu nazi *(5)*, kam ķīļa leņķis sasniedz 23°.

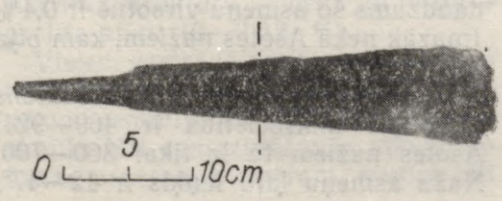
Viens īlens izkalts no dzelzs, otrs no mazoglekļa tērauda. Sārņu ieslēgumi sīki un nelielā daudzumā. Cietība HB griezuma sānos ir 150—169.

AIZELKŠŅU KAUJAS DUNCIS

Latgaļi un sēļi lietoja īpatnēju, īsu vienpusīgu zobenu jeb kaujas dunci [121, *152. lpp.*; 229, *96. lpp.*]. Lai iegūtu pirmo ieskatu par tā metālu un izgatavošanas tehnoloģiju, tika izpētīts kaujas duncis, kas atrasts Pļaviņu tuvumā Aizelkšņos.

Aizelkšņu kaujas dunci korozija bojājusi vidēji. Tam asmens gals ir nolūzis un pazudis *(48. att.)*. Tagad duncis sver 325 g (kādreiz tas svēris 400 g). Asmens ķīļa leņķis mainās no 5 līdz 11°. Asmens tehnoloģiskā shēma līdzīga vienai Mežotnes naža asmens tehnoloģiskajai shēmai *(37. att. — 1)*, tikai vidū ir rūdīta tērauda rupja martensīta slānis, bet malējie dzelzs slāņi dažās vietās satur nelielu daudzumu oglekļa un tādēļ ir ar martensīta orientāciju. Rupjais martensīts norāda, ka asmens ir rūdīts pārāk augstā temperatūrā.

48. att. Aizelkšņu kaujas duncis.



RĪGĀ ATRASTIE IZSTRĀDĀJUMI

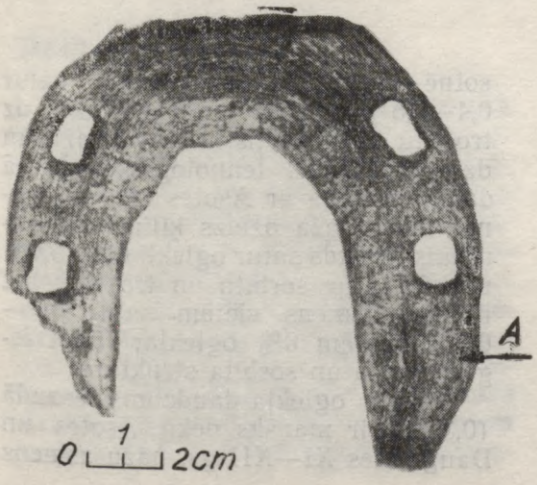
Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā atrodas arī tādi vietējie melnā metāla izstrādājumi, kas izgatavoti laikā līdz XIII gs. un atrasti Rīgas pilsētas teritorijā. No tiem apskatīsim divus platasmens cirvjus, šķēpa smaili un pakavu.

Viens cirvis atrasts 13. janvāra ielā, senās upes Rīdziņas gultnē. Tas ir platasmens cirvis. Struktūra pētīta pa priekšējā gala virsmu. No tās bija redzams, ka cirvja izgatavošanas tehnoloģija līdzīga Daugmales cirvju izgatavošanas tehnoloģijai (30. lpp.). Ķātcaurums ir apaļš, tā diametrs 35 mm. Cirvja ķīļa virsotnē piemetinātais tērauds ir rūdīts uz martensītu.

Otrais cirvis ir tāds pats kā pirmais, tikai pārejas daļa starp asmens un kāta daļām ir šaurāka. Cirvja priekšējā gala virsmas makrostruktūra parādīta 49. attēlā; tā ir neviendabīga, šķiedraina struktūra ar rekristalizācijas pazīmēm. Apskatot mikrostruktūru, cirvja ķīlim dzelzs daļā redzami lieli rekristalizēti ferīta graudi ar dažāda lieluma sārņu ieslēgumiem. Ķīļa daļā asmens virsotnes pusē dažās vietās redzami arī sīki ferīta un perlīta graudi (0,1—0,5% C). Ķīļa virsotnē piemetinātais tērauda asmens sastāv no divām plāksnītēm

49. att. Rīgas cirvja priekšējā gala virsmas makrostruktūra.

50. att. Rīgas pakavs.



un ir rūdīts. Asmens virsotnes mikrostruktūra dota XXVIII attēlā (martensīta mikrocietība 485).

Arī šķēpa smaile atrasta 13. janvāra ielā. Korozijas stipro bojājumu dēļ struktūra pētīta tikai kāta daļā. Tā satur ferītu ar rupjiem sārņu ieslēgumiem.

Pakavs *(50. att.)* atrasts Rīgas Centrālā universālveikala celtnes pamatu izrakumos. Tas ir kalts no mazoglekļa tērauda (0,1—0,2% C). Vietā *A* redzama smalka vidmanšteta struktūra.

TURAIDAS PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

Sakarā ar Turaidas skatu torņa restaurāciju 1953. gadā šajā lībiešu pilskalnā izdarīja nelielus izrakumus. Ievērojams atradums bija XIII gs. otrās puses dzelzs krics, kam vēl uz virsmas bija redzamas kokogļu paliekas un to nospiedumi (sk. 43. lpp.).

Apskatot XII gs. kultūrslānī atrastās bultas smailes struktūru, var teikt, ka smaile kalta no dzelzs (vietām satur līdz 0,1% C). Sārņu ieslēgumi sīki un nelielā daudzumā.

SALASPILS LAUKSKOLAS IZSTRĀDĀJUMI

Vienlaikus ar izrakumiem Daugmales pilskalnā arī Daugavas otrajā (labajā) krastā pie Salaspils Laukskolas atraka vairākus lībiešu kapus. No kapos atrastajiem priekšmetiem analizētas divas šķēpu smailes un divi īsie, vienpusīgie zobeni. Visus šos izstrādājumus stipri bojājusi korozija un klāj bieza plāvas kārta.

Abu šķēpu smaiļu analīze liecina, ka lapas vidusdaļa izgatavota no dzelzs, bet asmens virsotnē — griezējdaļā — novietots mazoglekļa tērauds (0,2—0,3% C). Struktūrā redzamajam ferītam ir liela tīrība; tas tikai nedaudz satur sīkus un vidējus sārņu ieslēgumus.

Abi īsie, vienpusīgie zobeni arī izgatavoti no ļoti tīras dzelzs. Garākais no šiem zobeniem bez tīras dzelzs

slāņiem satur arī nelielu mazoglekļa tērauda slāni (0,2—0,3% C). Šī zobena tagadējais svars 330 g. Asmeņa ķīļa leņķis pie zobena gala ir 14°, kāta galā — 28°.

RAUNAS TANĪSA PILSKALNA IZSTRĀDĀJUMI

1927. un 1930. gadā izdarīja izrakumus Raunas Tanīskalnā [69]. No pilskalnā atrastajiem priekšmetiem izpētīti pieci *(51. att.):* šķēru fragments *(1),* divi naži *(2, 3),* šķēpa smaile *(4),* šķiltavas *(5).*

Šķēru fragmenta *(1)* asmens daļas griezuma struktūrā redzams ferīts un asmens ķīļa sānos arī plāns martensīta slānis (satur līdz 0,3% C). Kāta daļa izkalta no dzelzs. Asmens ķīļa leņķis ir 11°.

Garajam nazim *(2)* asmens kalts no tērauda, kas satur 0,2—0,4% oglekļa, bet kāts no dzelzs, kas vietām satur oglekli līdz 0,2%. Asmens rūdīts virsotnē uz sorbītu un mugurdaļā uz trostītu. Asmens ķīļa leņķis ir 14°.

Mazā naža *(3)* asmens tehnoloģiskā shēma ir tāda pati kā vienam Asotes nazim *(40. att. — 6):* ķīļa mugurdaļa ir no dzelzs un virsotnē piemetināts tērauds (0,3—0,8% C), kas norūdīts uz trostītu un martensītu. Asmens ķīļa leņķis ir 14°.

Šķēpa smailes *(4)* lapas gala tehnoloģiskā shēma ir līdzīga Tērvetes šķēpa smailes shēmai *(27. att.),* tikai piemetinātais slānis nesatur 0,8% oglekļa, bet gan 0,2—0,4% un ferīta—cementīta vietā ir ferīts un perlīts. Kāta daļa ir no dzelzs, kas vietām satur oglekli līdz 0,2%.

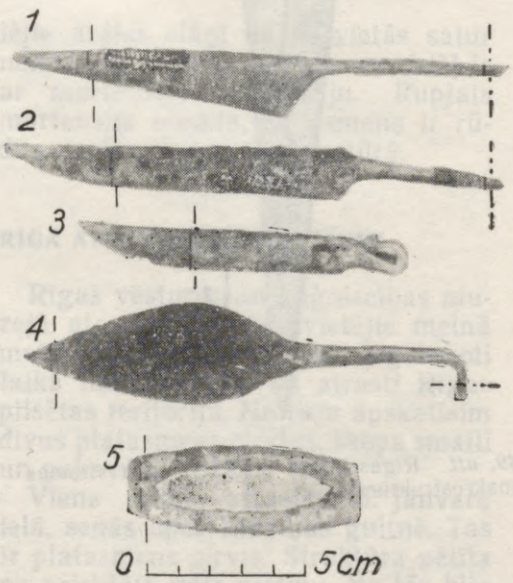
Šķiltavu *(5)* griezuma struktūra ļoti neviendabīga. Tanī redzams ferīts, trostīts un martensīts.

MĀRTIŅSALAS IZSTRĀDĀJUMI [11]

1899. gadā izdarīja pirmos izrakumus Mārtiņsalas pils un blakus esošās baznīcas drupās. Pils drupās atrada 890 priekšmetus, baznīcas drupās — pāri simtam [164]. Visi atrastie priekšmeti attiecas galvenokārt uz XIII—XIV gs., retāk uz agrāku vai vēlāku laiku. No tiem izpētīti desmit: divi naži, divas šķēpa smailes, dzirkles, cirtnis, īlens, priekškaramā atslēga, cirvis un urbis.

Viena naža asmens tehnoloģiskā shēma līdzīga Asotes naža 6 shēmai *(40. att. — 6),* tikai dzelzs ķīlim virsotnē piemetinātais tērauds satur 0,4—0,5% oglekļa un ir norūdīts uz trostītu un martensītu. Otra naža un dzirkļu asmens tehnoloģiskā shēma daļēji vienāda ar Asotes naža 10. shēmu, tikai naža dzelzs ķīlim piemetinātais tērauds satur oglekli 0,3—0,4% un rūdīts uz sorbītu un trostītu, bet dzirkļu asmens vietām satur 0,2—0,3%, vietām 0% oglekļa; rūdot iegūta ferīta un sorbīta struktūra.

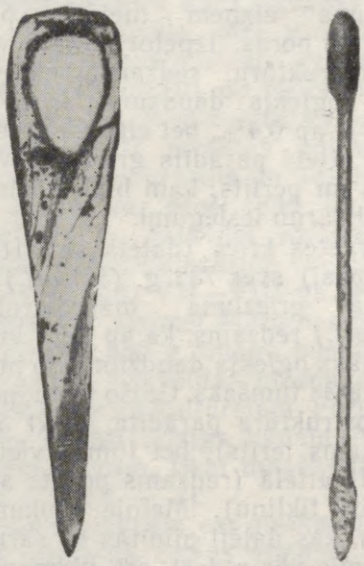
Vidējais oglekļa daudzums tēraudā (0,35%) ir mazāks nekā Asotes un Daugmales XI—XII gs. nažu asmens



51. att. Raunas Tanīskalna priekšmeti: *1* — šķēru fragments, *2* un *3* — naži, *4* — šķēpa smaile, *5* — šķiltavas.

tēraudā. Nažu cietība HB vienāda ar Asotes nažu cietību un nedaudz atpaliek no mūsdienu nažu cietības. Asmeņiem ķīļa leņķis ir 7—14°.

No pētītajām divām šķēpa smailēm viena ir līdzīga Tērvetes šķēpa smailei, kas parādīta 26. attēlā. Tās viena lapas virsotnes griezējdaļa nelielā dziļumā cementēta līdz 0,5—0,7% oglekļa daudzumam, tad rūdīta uz martensītu un trostītu. Lapas vidusdaļa ir no dzelzs. No dzelzs kalta arī otra šķēpa smaile (vietām satur oglekli līdz 0,1%).



52. att. Mārtiņsalas cirvja priekšējā gala virsmas makrostruktūra (samaz. apmēram 1,7×).

53. att. Mārtiņsalas urbis (samaz. apmēram 6×).

Ilens kalts no dzelzs, pie kam sārņu ieslēgumi redzami pat makrostruktūrā. No līdzīga metāla izkalts arī cirtnis, tāpēc tas sava mīkstuma dēļ nav piemērots cieta metāla ciršanai.

Priekškaramās atslēgas analīzē atklājās, ka tā izgatavota no dzelzs ar oglekļa saturu atsevišķās mikrovietās līdz 0,1%. Atslēgas sastāvdaļas salodētas kopā ar varu (cietlode — varš satur kā piemaisījumu tikai dzelzi un ļoti nedaudz arsēna).

Cirvis ir platasmens. Tas pētīts pa priekšējā gala virsmu. Makrostruktūra *(52. att.)* liecina, ka cirvja gala izveidojums ir ļoti līdzīgs mūsdienu cirvjiem. Cirvis sver 1380 g. Tas ir kalts no dzelzs un tam piemetināts tērauda asmens. Tērauda asmens ir no diviem kopā sametinātiem slāņiem — viens satur oglekli 0,7—0,8%, otrs — 0,6—0,7%. Asmens rūdīts uz martensītu un trostītu (atkvēlināšanā cietība HB samazinājās no 429 uz 159—183). Cirvja asmens ķīļa leņķis ir 15°, virsotnes uzasinājuma leņķis — 37°.

Urbis ir karotes veida *(53. att.)*. Griezuma vietas struktūra sastāv no ferīta un perlīta (0,5—0,6% C). Metāls nedaudz pārkarsēts un neviendabīgs. Kāta vietā metāls satur oglekli 0,2—0,4%.

DZELZS KRICI

Dzelzs rūdas reducēšanās procesā radušies cietās dzelzs graudi, kas atkarībā no kokogļu sadegšanas slīdējuši krāsnī lejup un daļēji savā starpā sametinājušies, izveidojot cietu, porainu masu, t. s. kricu. Tas izveidojies šahtas apakšējā daļā, bet nevis pašā apakšā, kur satecēja smagie dzelzs sārņi un bieži vien satekot pieņēma puslodes formu. No krāsns izņemtais krics bija nenoteiktas formas dzelzs gabals, kas pārklāts ar sārņiem un kokoglēm. Parasti kricu pēc izņemšanas no krāsns, kamēr tas vēl kvēloja, no visām pusēm apkala blīvāku. No tā virsmas atdalījās sārņi, kokogles, plāva un sametinājās poru vietas. Krica apkalšanu — sablīvēšanu veica ar lieliem koka veseriem uz koka kluča vai akmens temperatūrā ne mazākā par 1300°C, iegūstot dzelzs pusfabrikātu vai sagatavi. Jau vairākus gadsimtus pirms mūsu ēras Rietumeiropā no krica izgatavoja rombveida sagatavi, kam izstiepti gali ar četrstūrainu šķērsgriezumu [58]. Senajā

Krievzemē sagatavēm bieži vien piešķīra bieza plāceņa veidu, taču ne vienmēr metāls tika blīvi sametināts; šo darbu atstāja kalējiem [220, *44. lpp.*]. Kricu svars Rietumeiropā bija dažāds — no 2 līdz 10,7 kg, senajā Krievzemē — no 2 līdz 6 kg u. tml. [220, *45. lpp.*]. Krici un no tiem izgatavotās sagataves (pusfabrikātus) izrakumos atrasti reti — trīs Kokmuižā, pa vienam Ķentē, Tērvetē, Turaidā, Dignājā, Sēlpils Spietiņos, Mežotnē.

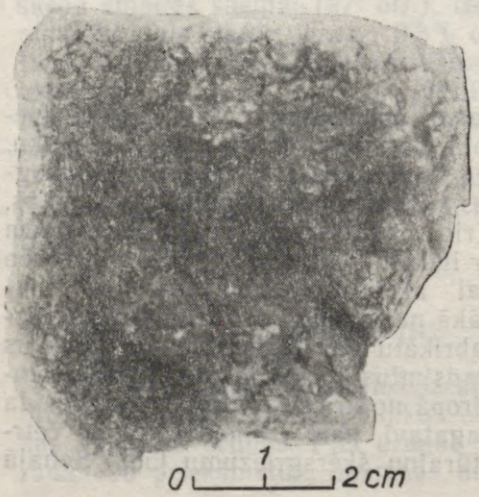
Kokmuižas krici datēti ar V gs., un tie atrasti depozītā. Lielākais krics sver 1450 g, un tas izkalts prizmatisks, ar nedaudz noapaļotiem stūriem. Vidējā krica *(54. att.)* svars ir 1090 g, mazākā — 925 g. Uz šo divu kricu virsmas redzamas kokogļu paliekas.

55. attēlā parādīta vidējā krica griezuma makrostruktūra nekodinātā veidā: gaišais lauks ir metāla vieta, melnais lauks — poras (tukšumi), kas daļēji pildītas ar sārņiem. Griezuma vietas kodinājās samērā vienmērīgi un diezgan stipri; tas norāda, ka krics satur lielāku daudzumu piemaisījumu (oglekļa). Par to liecina arī šā krica mikrostruktūra, jo griezuma vieta sastāv galvenokārt no perlīta *(XXIX* att.). Dažuviet blakus perlītam atrodas nedaudz ferīta, bet krica malās — arī cementīts. Oglekļa daudzums kricā ir 0,7—1,0% (vidējais daudzums 0,9%). Līdzīga mikrostruktūra ir arī lielajam kricam. Lielais oglekļa daudzums dod iespēju šos kricus dēvēt par tērauda kriciem.

Ķentes krica (VI—VIII gs., *56. att.*) svars ir 170 g. Krics nav deformēts. Apskatot griezuma makrostruktūru, redzams, ka apmēram pusi griezuma laukuma aizņem metāls, pārējo daļu — poras. Izpētot metāla vietas mikrostruktūru, redzams, ka vienā vietā oglekļa daudzums ir ap 0%, otrā — ap 0,4%, bet citā — ap 0,9%. XXX attēlā parādīts griezuma vietas ferīts un perlīts, kam blakus atrodas melni sārņu ieslēgumi.

Tērvetes krics (datēts ar XIII gs. otro pusi) sver 732 g. *(57. att.)*. Kodinātā griezuma makrostruktūrā *(58. att.)* redzams, ka ap poru vietām ir lielāks oglekļa daudzums, jo metāls kodinājās tumšāks. Gaišo vietu metāla mikrostruktūra parādīta XXXI attēlā (redzams ferīts), bet tumšo vietu — XXXII attēlā (redzams perlīts ar cementīta tīkliņu). Melnie laukumi ir poras, kas daļēji pildītas ar sārņiem. Vietumis var redzēt arī vidmanšteta struktūru. Oglekļa saturs kricā ir ļoti neviemērīgs — no 0 līdz 1,2%.

54. att. Kokmuižas vidējā lieluma dzelzs krics.



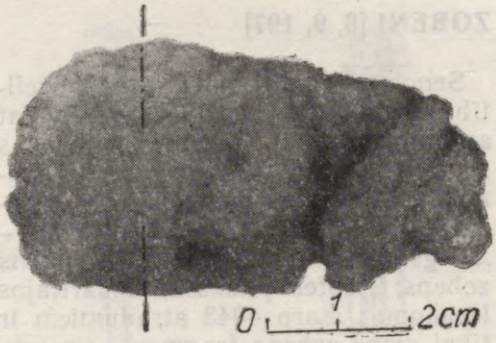
55. att. Kokmuižas vidējā lieluma dzelzs krica *(54. att.)* nekodinātā griezuma makrostruktūra.

Turaidas krics (datēts ar XII gs. otro pusi) sver 860 g. Uz krica virsmas dažās vietās redzamas kokogļu atliekas un nospiedumi. Krica kodinātā griezuma makrostruktūra daļēji atgādina Tērvetes krica makrostruktūru *(58. att.)*, tikai poras ir mazāka izmēra un metāls viendabīgāks. Griezuma mikrostruktūrā redzams galvenokārt ferīts un tikai dažās vietās arī perlīts.

Spietiņu apmetnē kāda pavarda tuvumā atrasts ovāls, 900 g smags izkalts dzelzs pusfabrikāts (sagatave), kas, šķiet, izkalts no viena krica gabala *(59. att.)*. Ņemot vērā, ka Spietiņu apmetnē ir atraktas vairākas dzelzs ražošanas krāsnis un līdz 1,5 t dzelzs sārņu, var droši teikt, ka šis pusfabrikāts ir gatavots uz vietas Spietiņos. (Spietiņu krāsnis var datēt ar II—IV gs. līdz VII—VIII gs. [40].)

Kā otru var atzīmēt Mežotnes pilskalnā atrasto 850 g smago pusfabrikātu, kas ir diskveida—plāceņveida un atrasts virsējā kultūrslānī. Formas ziņā tas ir ļoti līdzīgs kādam Austrumslāvu kricam, tikai mazāks [220, *43. lpp., 13. att. — 3*].

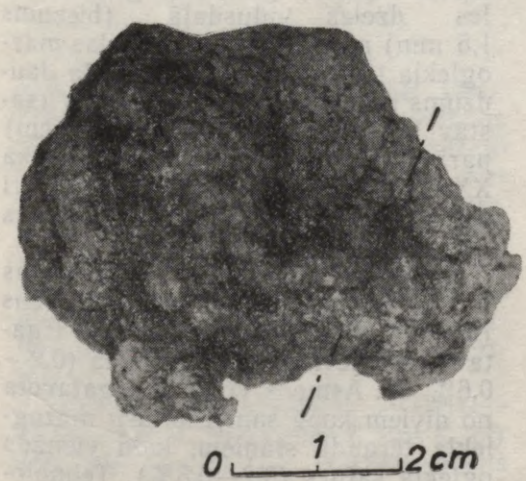
Pie pusfabrikātiem var pieskaitīt arī Asotes pilskalna četrus stieņus, kas apskatīti 36. lpp. Neliels krics atrasts arī Dignājas pilskalnā.



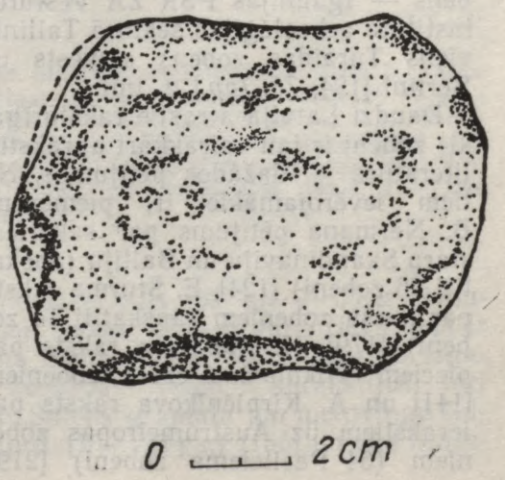
57. att. Tērvetes dzelzs krics.

58. att. Tērvetes dzelzs krica *(57. att.)* kodināta griezuma makrostruktūra.

56. att. Ķentes dzelzs krics.



59. att. Spietiņu dzelzs pusfabrikāts (krics) [40, *12. att.*].



Seno vareno cērtamo ieroci un dižciltības simbolu zobenu Latvijā (tāpat arī kaimiņzemēs) arheologiem izdodas samērā reti atrast. Piemēram, izrakumos Aizkraukles Lejasbitēnos, atsedzot 459 apbedījumus (datēti ar III—XII gs.), atrasts tikai viens divasmens zobens; Asotes pilskalnā izdarītajos izrakumos starp 4043 atradumiem ir tikai viens zobena fragments un roktura poga [257]; Mežotnes pilskalnā atrasts zobena fragments un zobens [121, *143. lpp.*]. Lielākā skaitā tie atrasti tikai dažās vietās: Pasilciema kuršu ugunskapos (61), Vilkmuižas ezerā (24), Krimuldā (10), Durbē (7), Alsungā (6), Aizkrauklē (6), Salaspilī (6), Grobiņā (4), Lielīvandē (3) u. c. Pēdējā laikā Latvijas PSR lielākajos muzejos un Latvijas PSR ZA Vēstures institūta arheoloģijas sektorā zināmi 142 zobeni vai lielāki to asmens fragmenti, kas datēti ar V—XIV gs.

No šiem zobeniem 119 ir divpusēji, 23 — vienpusēji. Galvenokārt tie glabājas Latvijas PSR Vēstures muzeja Arheoloģijas nodaļā. Daudzi Latvijā atrastie zobeni glabājas arī ārpus Latvijas teritorijas. Piemēram, 29 Pasilciema zobeni atrodas Ļeņingradas Ermitāžas fondos, 22 Pasilciema un trīs citi zobeni atrodas Maskavas Valsts Vēstures muzeja III nodaļā, divi Krimuldas un viens Ainažu zobens — Igaunijas PSR ZA Vēstures institūta arheoloģijas sektorā Tallinā, viens Turaidas zobens aizvests uz Berlīni [124, *76. lpp.*] u. tml.

Daudzi Latvijā atrastie raksturīgākie zobeni ir jau vairākkārt aprakstīti literatūrā — dažādos pētījumos. No tiem ievērojamākie ir, piemēram, B. Nermana pētījums par sakariem starp Skandināviju un Baltiju (apskatīti 26 zobeni) [124], E. Šturma raksts par kuršu zobeniem (apskatīti 14 zobeni) [179], H. Riekstiņa raksts par pieciem Vilkmuižas ezera zobeniem [141] un A. Kirpičņikova raksts par ierakstiem uz Austrumeiropas zobeniem (34 Pasilciema zobeni) [219].

Šeit aplūkotie zobeni iedalīti grupās pēc asmeņu izgatavošanai lietotās tērauda šķirnes un ieraksta metāla. Visi analizētie zobeni iedalīti sešās grupās.

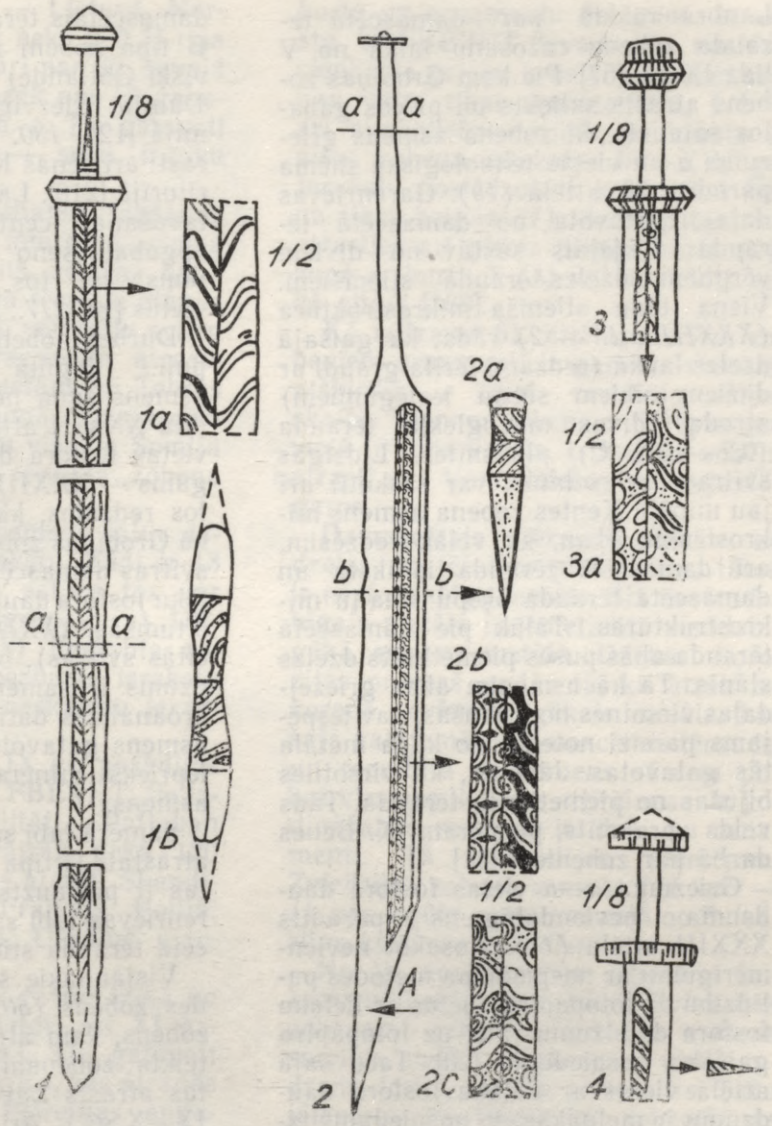
I grupa. Asmens izgatavots no damascētā tērauda. Tādi ir septiņi zobeni. Četri no tiem ir parādīti 60. attēlā, bet piektajam zobenam, precīzāk, tā asmens gala fragmentam *(XXXIII att. — 1)* dota tikai mikrostruktūra.

Damascētā tērauda zobeni Baltijas jūras piekrastes zemēs lietoti jau mūsu ēras sākumā, visvairāk VII—VIII gs., bet ar XI gs. to lietošana izbeidzās [31]. Damascētais tērauds deva ne tikai izskatīgu virsmu, bet arī ievērojami uzlaboja kvalitāti — lieces pretestība līdz paliekošajai deformācijai ir apmēram 2,5—3,0 reizes lielāka nekā parastajiem tālaika asmeņiem [56].

Damascētā tērauda zobenu izgatavošanu pārtrauca ne tikai lielās darbietilpības dēļ, bet arī tāpēc, ka zobeni no cērtoša ieroča pakāpeniski pārvērtās par durošu un uzlabojās to termiskās apstrādes māksla. Bez tam sakarā ar biežajiem krusta kariem zobeni bija jāgatavo masveidā [200].

No damascētā tērauda asmeņiem visvecākais varētu būt Ķentes pilskalnā atrastais asmens gala fragments—smaile (VI—VIII gs.). Smailes dzelzs vidusdaļā (biezums 1,5 mm) atrodas sešas paralēlas mazoglekļa tērauda svītras (oglekļa daudzums ap 0,3%). Trīs šīs svītras (sastāv no ferīta un perlīta graudiem) parādītas dzelzs (ferīta) laukā XXXIII attēlā *(1)*. Dzelzs satur arī sīkus un rupjus sārņu ieslēgumus (melnie punkti un svītras).

Nākamais pēc vecuma ir Grobiņas VII—VIII gs. vienpusējais zobens *(60. att. — 2)*. Roktura stienis izgatavots no neviendabīga tērauda (0,2—0,6% C). Asmens virsotne izgatavota no diviem kopā sametinātiem mazoglekļa tērauda slāņiem, kam vienāds oglekļa saturs (0,2—0,3%). Tehnolo-



ģiskā shēma dota 60. attēlā *(2a)*. Zobena metāls satur tikai nedaudz sīku sārņu ieslēgumu. Asmens garenrievu daļa izgatavota no diviem vērptiem damascētā tērauda stienīšiem, kas sastāv no dzelzs ar vidū iemetinātām trim tērauda plāksnītēm *(60. att. — 2b, 2c)*. Vērpto stienīšu asmens sānu virsmas rakstu iegūšanas tehnoloģiskā shēma dota 73. attēlā.

Otrs Grobiņas zobens (VIII—IX gs.; pēc J. Petersena B tips [130]) *(60. att. — 1)* un Durbes zobens

60. att. Damascētā tērauda zobeni: *1* — Grobiņas, *1a* — vidusrievas raksts, *1b* — griezuma *a-a* tehnoloģiskā shēma; *2* — Grobiņas, *2a* — griezuma *b-b* tehnoloģiskā shēma, *2b, 2c* — abu sānu garenrievu raksti; *3* — Durbes, *3a* — vidusrievas raksts; *4* — Ciemaldes.

(VIII—IX gs.; *60. att. — 3)* ir divpusēji zobeni, kuriem garenrievu daļa ir no damascētā tērauda. Līdzīgu izgatavošanas veidu aprakstījuši arī E. Salēns grāmatā par merovingu kultūru (V—VII gs.) [155] un A. Franss-

Lanors rakstā par damascētā terauda zobenu ražošanu laikā no V līdz IX gs. [57]. Pie kam Grobiņas zobens atrasts saliekts un piecos gabalos salauzts. Šī zobena asmens griezuma *a—a* vietas tehnoloģiskā shēma parādīta 60. attēlā *(1b)*. Garenrievas daļa izgatavota no damascētā tērauda. Pēdējais sastāv no diviem vērptiem dzelzs-tērauda stienīšiem. Viena tāda stienīša mikrostruktūra *(XXXIII att. — 2)* rāda, ka gaišajā dzelzs laukā (redzami ferīta graudi ar dažiem sīkiem sārņu ieslēgumiem) atrodas divas mazoglekļa tērauda (0,2—0,3% C) plāksnītes. Līdzīgas svītras dzelzs laukā var saskatīt arī jau minētā Ķentes zobena asmens mikrostruktūrā un, kā vēlāk redzēsim, arī damascētā tērauda ierakstu un damascētā tērauda šķēpu smaiļu mikrostruktūrās. Tālāk pie damascētā tērauda abās pusēs piemetināts dzelzs slānis. Tā kā asmenim abas griezējdaļas virsotnes nodrupušas, nav iespējams pareizi noteikt, no kāda metāla tās gatavotas. Jādomā, ka virsotnes bijušas no piemetināta tērauda. Tāds veids aprakstīts, piemēram, K. Bēnes darbā par zobeniem [31].

Griezuma *a—a* vietas fosfora daudzuma neviendabīgums parādīts XXXIII attēlā *(11)*. Nosakot nevienmērīgumu ar nospieduma metodes palīdzību uz fotopapīra, vietas ar lielāku fosfora daudzumu rada uz fotopapīra gaišāku nospiedumu [20]. Taču šajā attēlā vietas ar lielāku fosfora daudzumu ir melnākas, jo nospiedums izdarīts uz fotoplates un pēc tam kontakta veidā nokopēts uz fotopapīra (zem fotoplates palikts fotopapīrs un plate apgaismota). Attēlā redzams, ka damascētajā tēraudā tērauda svītras satur vairāk fosfora, bet piemetinātajos dzelzs slāņos fosfora daudzums ir stipri nevienmērīgs.

Baltijas republikās zināmi pieci B tipa zobeni (iedalījums pēc J. Petersena [130]): Grobiņas zobens, Durbes zobens (bezburtu ieraksti), divi Igaunijas (Palukila un Saue) un viens Lietuvas (Laivji) zobens. Tiem visiem uz asmens sāniem ir redzams damascētais tērauds. Lielā daudzumā B tipa zobeni atrasti Zviedrijā (sevišķi Gotlandē) un Norvēģijā, mazāk Dānijā, Šlezvigā—Holšteinā un Somijā [124, *130. lpp.*]. Tādi zobeni atrasti arī senās Kijevas Krievzemes teritorijā [218]. Lai gan šo zobenu izgatavošanas centrs atradās Piereinas apgabalā seno franku zemē, pieļaujams, ka tos izgatavoja arī citās vietās [15, *217., 218. lpp.*].

Durbes zobens atrasts saliekts ripulī. Iegūtā makrostruktūra uz asmens sāna netālu no šķērša parādīta XXXIII attēlā *(8)*, bet tās pašas vietas fosfora daudzuma nevienmērīgums — XXXIII attēlā *(7)*. Abos attēlos redzams, ka šim zobenam, tāpat kā Grobiņas zobena asmenim, tērauda svītras damascētajā tēraudā satur lielāku fosfora daudzumu *(XXXIII att. — 8* tumšās, *XXXIII att. — 7* gaišās izlocītās svītras), bet dzelzī fosfora daudzums ir samērā nevienmērīgs. Makroanalīzes dati liecina, ka šī zobena asmens gatavots tajā pašā vietā, kur iepriekš minētais Grobiņas zobena asmens.

Samērā labi saglabājies Kaijukrogā atrastais H tipa zobens (IX gs.), tikai tas ir pārlauzts divās daļās. Uz garenrievas labi saredzami divu damascētā tērauda stienīšu raksti.

Visjaunākie šajā grupā ir Ciemaldes zobens *(60. att. — 4)* un viens zobens, kam atrašanas vieta nav noteikta; zobenam pievienota atzīme, ka tas atrasts Latvijā (abi datējami ar IX—X gs.). Arī šie zobeni pieder pie H tipa. Abi ir ar vienpusēju asmeni, kam uz abiem sāniem piemetināts plāns damascētā tērauda slānis; tīrīšanas laikā tas vietām drupa nost. Ciemaldes zobenam tāds slānis saglabājies nelielā garumā, turpretī Latvijā atrastajam zobenam abos sānos, pie kam raksts ir ļoti līdzīgs 60. attēlā *(3a)* parādītajam rakstam, vienīgi Ciemaldes zobena slānis ir platāks (ap 20 mm).

Latvijā tika atrasts vēl viens H tipa vienpusējs zobens (Lielvircava), taču tas ir pazudis. Četri H tipa zobeni ar damascētā tērauda ierakstiem atrasti

arī Igaunijā, viens — Lietuvā. Norvēģijā atrasti vairāk nekā 200 H tipa zobeni, Somijā — pāri par 60, senajā Krievzemē — ne mazāk par 18 gabaliem [218, *27. lpp.*] u. c. Tie gatavoti Piereinas apgabalā — seno franku zemē [218, *27. lpp.*].

Piezīme. Šīs grāmatas tapšanas laikā konstatēts 360 mm garš zobena fragments, kam vienā asmens sānā uzmetināts damascētā tērauda slānis, bet otrā sānā redzami vertikālu svītru iedobumi. Zobena fragments atrasts Ormukalna piekājē netālu no Tebras krasta Aizputes tuvumā. Damascētā tērauda raksts līdzīgs vienam Somijā atrastā damascētā tērauda zobena rakstam [197, *37. att.*].

II grupa. Zobenu asmens satur damascētā tērauda ierakstu. Tādi ir 13 zobeni. Pēc ieraksta satura tos var iedalīt četrās apakšgrupās: a) Ulfberhta zobeni *(7)*, b) Eeebrhta zobens, c) zobeni ar bezburtu ierakstu *(2)*, d) zobeni ar neskaidru ierakstu *(3)*.

Ulfberhta zobeni. IX gs. parādījās zobeni ar ierakstu ULFBERHT; tie izcēlās ar savu kvalitāti. Patlaban Eiropā ir zināmi vairāk nekā 120 Ulfberhta zobenu, kas atrasti Skandināvijā, VFR, VDR, Francijā, Polijā, Krievijā, Baltkrievijā, Ukrainā u. c. [218, *38., 39. lpp.*].

Ulfberhta zobeni ir ražoti laikā no IX līdz X gs., bet lietoti arī XI gs. sākumā [218, *38. lpp.*]. Tie gatavoti Ulfberhta ieroču darbnīcā, kas atradās Ziemeļfrancijā vai Piereinas apgabalā — seno franku zemē [254, 222. lpp.]. Ulfberhta zobeni ir ar dažādiem rokturiem. Latvijā atrastie septiņi Ulfberhta zobeni ir piecu roktura tipu (H, I, T, Y2 un Z).

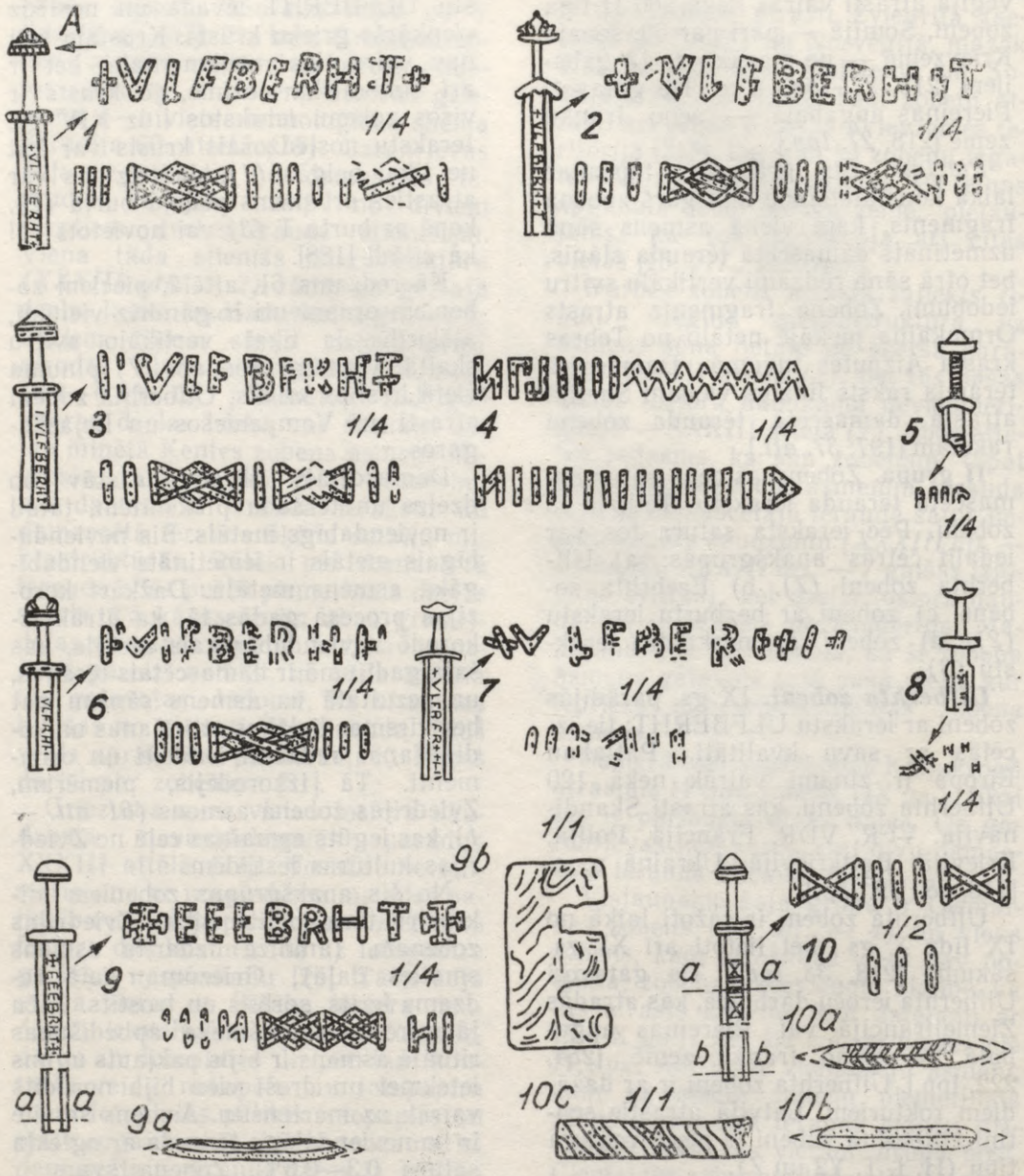
Ulfberhta zobeniem asmens vidusdaļā neatrodas vairs damascētā tērauda slāņi, bet gan ieraksti no damascētā tērauda — vienā asmens sānā ieraksta burti, bet otrā — pinuma ornaments starp vertikālajām līnijām *(61. att. — 1, 2, 3, 6, 7)*. Ieraksti un ornamenti izpildīti, iemetinot damascētā tērauda stienīšus — «sērkociņus» asmens metālā iecirsto burtu un ornamentu dobumos. Ierakstu ULFBERHT ievada un noslēdz vienkāršs grieķu krusts. Krustam šeit nav vairs tikai ornamentāla, bet ir arī simboliska nozīme, jo krusts ir visos zobenu ierakstos līdz XIV gs. Ierakstu noslēdzošais krusts var būt ne tikai beigās *(1)*, dažreiz tas var atrasties arī pirms pēdējā burta *(2)*, kopā ar burtu T *(3)* vai novietots vēl kā citādi [188].

Kā redzams 61. attēlā, pieciem zobeniem ornamenti ir gandrīz vienādi, atšķirība ir tikai vertikālo svītru skaitā. Vienam zobenam *(7)* pinuma vietā ir slīps krusts. Ulfberhta zobeni atrasti arī Vampeniešos un Lejaszagaros.

Damascētais tērauds sastāv no dzelzs un tērauda plāksnītēm, tātad ir neviendabīgs metāls. Šis neviendabīgais metāls ir iemetināts viendabīgākā asmens metālā. Dažkārt korozijas procesā gadās tā, ka ātrāk izkorodē neviendabīgākais metāls, kas šajā gadījumā ir damascētais tērauds, un rezultātā uz asmens sāniem pat bez virsmas lielākas attīrīšanas un kodināšanas redzami ieraksti un ornamenti. Tā izkorodējis, piemēram, Zviedrijas zobena asmens *(61. att. — 1)*, kas iegūts apmaiņas ceļā no Zviedrijas kultūras iestādēm.

No šīs apakšgrupas zobeniem mikrostruktūra pētīta tikai Zviedrijas zobenam (analīze izdarīta asmens smailes daļā). Griezuma vietā redzams ferīts, sorbīts un trostīts. Taču jāievēro, ka īpašnieka apbedīšanas rituālā asmens ir bijis pakļauts uguns ietekmei un droši vien bija norūdīts vairāk uz martensītu. Asmens smaile ir no neviendabīga tērauda ar oglekļa saturu 0,3—0,8%. Zobena svars ir 1270 g, taču, ņemot vērā zudumus korozijas dēļ un roktura aptinuma svaru, tas droši vien svēris ap 1400 g. Zobena šķērši ir no dzelzs, rievoti un kaparoti. Kaparošanas laikā (karsēti ne mazāk par 1150°C) šķēršu metālā izveidojušies rupji graudi, un tie redzami pat makrostruktūrā.

Analizējot Igaunijā atrastu vienu Ulfberhta zobena asmeni, redzams, ka



61. att. Zobeni ar damascētā tērauda ierakstiem: *1* — Zviedrijas, *2* — Salaspils, *3* — Mežotnes, *4* — Lejasbitēnu, *5* — Salaspils, *6* — Aizkraukles, *7* — Čapānu, *8* — Latvijas, *9* — Aizkraukles (*9a* — griezuma *a-a* tehnoloģiskā shēma, *9b* — burta *E* raksts), *10* — Durbes (*10a* — griezuma *a-a* tehnoloģiskā shēma, *10b* — griezuma *b-b* tehnoloģiskā shēma, *10c* — vidējās svītras raksts).

asmens serdē ir dzelzs, kam apkārt apmetināts tērauds ar oglekļa daudzumu 0,4—0,8%. Tāda tehnoloģija bija jau sen iecienīta asmeņu izgatavošanā [160] un, kā turpmāk redzēsim, ir novērojama arī jaunāku zobenu asmeņiem.

Eeebrhta zobens *(61. att. — 9).* Šāds ieraksts nav konstatēts iepazītajā literatūrā, tāpēc to var uzskatīt par pirmo jaunai apakšgrupai. Zobens ir X tipa un datēts ar X—XI gs.

Ierakstu EEEBRHT ievada un noslēdz krusts ar šķērsotiem galiem. Burti un krusti ir nedaudz platāki (par apmēram 1 mm) un rūpīgāk izpildīti nekā Ulfberhta zobeniem, bet damascētā tērauda raksts *(9b)* abiem ir vienāds. Asmens ir trīsslāņu: vidū atrodas dzelzs ar vietām nelielu oglekļa saturu (līdz 0,1—0,15%) un tai abos sānos tērauds ar oglekļa saturu 0,4—0,6%. Jāatzīmē, ka asmens virsotnes ir nodrupušas, un droši vien shēmā parādītais sānu—virsējais tērauda slānis ir bijis līdz asmens virsotnēm; tādējādi dzelzs slānis atradies tērauda apvalkā *(9a).*

Zobeni ar bezburtu ierakstu. Ir divi zobeni ar tādiem ierakstiem: viens atrasts Lejasbitēnos *(61. att. — 4),* otrs — Durbē *(61. att. — 10).* Pirmais zobens ir H tipa un datēts ar X gs., otrs zobens ir B tipa un datēts ar VIII—IX gs.

Durbes zobena asmens ornamenti ir ļoti vienkārši: vertikālas līnijas un slīpi krusti. Mikrostruktūra asmenim pētīta divos griezumos: *a—a* un *b—b (61. att. — 10a; 10b).* Pirmajā vietā asmens izgatavots no dzelzs *(XXXIII att. — 9),* kam abos sānos iemetināti līdz pusei (vidum) vertikāli damascētā tērauda stieņīši — «sērkociņi». Mikrostruktūra damascētā tērauda stieņīšiem ļoti līdzīga Grobiņas zobena damascētā tērauda mikrostruktūrai *(XXXIII att. — 2).* Vidējās svītras raksts parādīts 61. attēlā *(10c),* bet fosfora nevienmērīgums griezuma *a—a* vietā XXXIII attēlā *(10).* Arī šeit, tāpat kā Grobiņas zobenam, damascētā tērauda svītras satur lielāku fosfora daudzumu. Kādas bija griezējdaļas virsotnes, to nevar pateikt, jo tās ir nodrupušas.

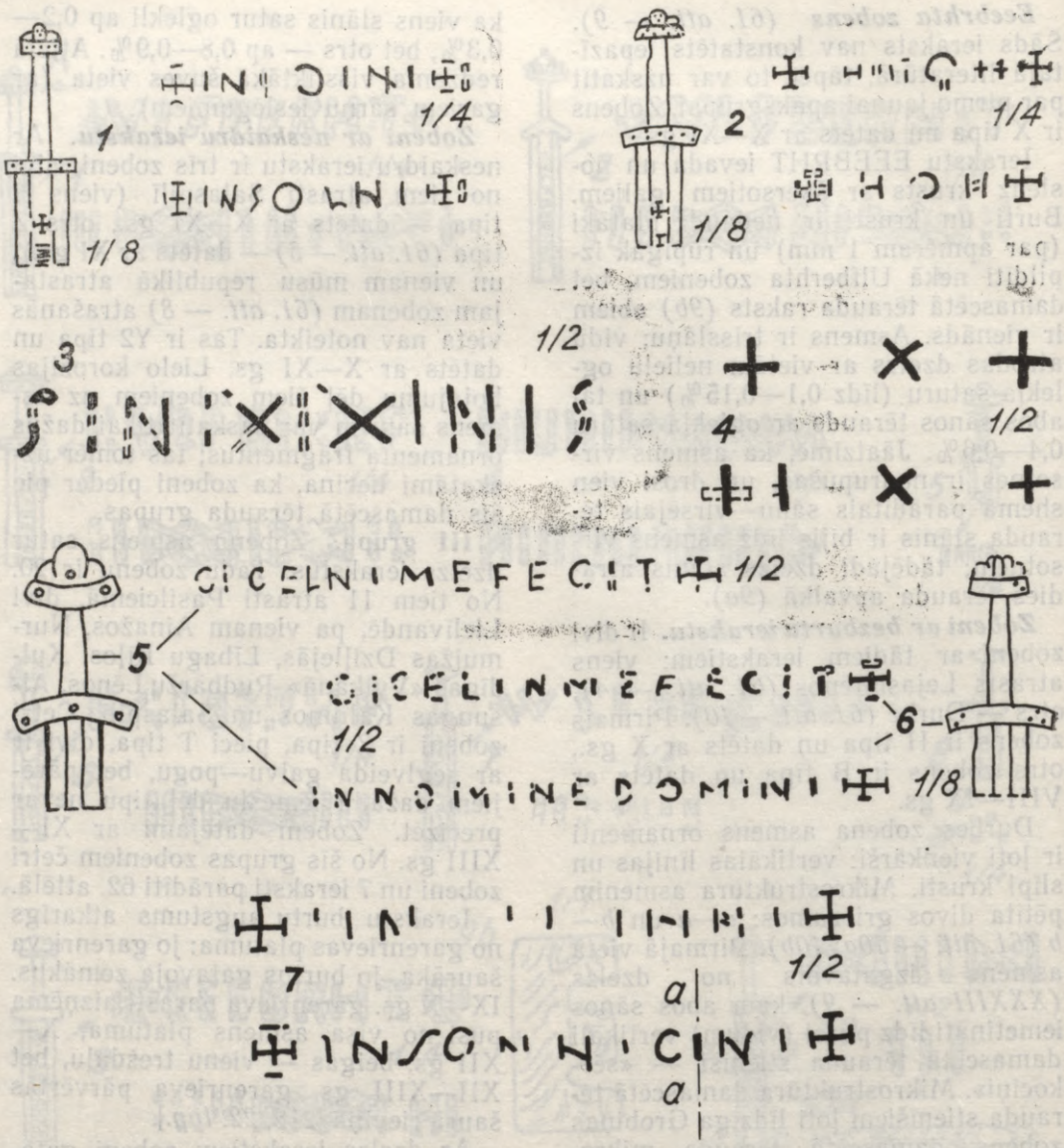
Griezuma *b—b* tehnoloģiskā shēma apstiprina, ka asmens šajā vietā sastāv no diviem tērauda slāņiem. To sametinājuma vietas mikrostruktūra parādīta XXXIII attēlā *(4)* un liecina, ka viens slānis satur oglekli ap 0,2—0,3%, bet otrs — ap 0,8—0,9%. Attēlā redzama vissliktākā šuves vieta (ar gariem sārņu ieslēgumiem).

Zobeni ar neskaidru ierakstu. Ar neskaidru ierakstu ir trīs zobeni: divi no tiem atrasti Salaspilī (viens H tipa — datēts ar X—XI gs., otrs Z tipa *(61. att. — 5)* — datēts ar XI gs.), un vienam mūsu republikā atrastajam zobenam *(61. att. — 8)* atrašanās vieta nav noteikta. Tas ir Y2 tipa un datēts ar X—XI gs. Lielo korozijas bojājumu dēļ šiem zobeniem uz asmens sāniem var saskatīt tikai dažus ornamenta fragmentus; tas tomēr uzskatāmi liecina, ka zobeni pieder pie šīs damascētā tērauda grupas.

III grupa. Zobenu asmens satur dzelzs ierakstus. Tādu zobenu ir 20. No tiem 11 atrasti Pasilciemā, divi Lielīvandē, pa vienam Ainažos, Nurmuižas Dziļlejās, Lībagu Ķīļos, Kuldīgas «Vulkānā», Rudbāržu Lēņos, Alsungas Kalniņos un Salaspilī. Četri zobeni ir Z tipa, pieci T tipa, divi ir ar seglveida galvu—pogu, bet pārējiem dažādu iemeslu dēļ tipu nevar precizēt. Zobeni datējami ar XI—XIII gs. No šīs grupas zobeniem četri zobeni un 7 ieraksti parādīti 62. attēlā.

Ierakstu burtu augstums atkarīgs no garenrievas platuma: jo garenrieva šaurāka, jo burtus gatavoja zemākus. IX—X gs. garenrieva parasti aizņēma pusi no visa asmens platuma, X—XII gs. beigās — vienu trešdaļu, bet XII—XIII gs. garenrieva pārvērtās šaurā rieviņā [218, *22. lpp.*].

Ar dzelzs ierakstiem zobeni gatavoti līdz XII gs., pēc tam tikai retos gadījumos. Pārgriežot Alsungas Kalniņu zobena asmeni pa ieraksta burta I vietu *(62. att. — 7,* griezums *a—a),* redzams, ka burta dziļums ir apmēram 1 mm. Burti ir no tīras dzelzs, kam palielināts fosfora daudzums. Sīkāka asmeņu analīze parādīja, ka palielinātu fosfora daudzumu satur vēl trīs zobenu (Nurmuižas, Kuldīgas un Rudbāržu) ierakstu dzelzs, bet vēl lielāku daudzumu fosfora satur Lielīvandes zobens. Turpretī Pasilciema zobena ieraksta dzelzs fosforu nesatur.



62. att. Zobeni ar dzelzs ierakstiem: *1* — Pasilciema, *2* — Nurmuižas Dziļleju, *3* — Lībagu Ķīļu ar ierakstu vienā sānā, *4* — Lielīvandes ieraksta fragmenti, *5* — Kuldīgas «Vulkāns», *6* — Rudbāržu Lēņu, *7* — Alsungas Kalniņu.

Šī zobena ieraksta metāls tumši kodinājās oglekļa klātbūtnes dēļ. Tāpēc, šķiet, tas ir nevis dzelzs, bet gan tērauda ieraksts.

Šķērsgriezumi pētīti trim zobenu asmeņiem. Vienam no tiem (Pasilciema) tehnoloģiskā shēma ir tāda pati, kā Durbes zobenam *(61. att. — 10b)*, vienīgi Pasilciema zobena asmens izgatavots no neviendabīgāka tērauda (viens slānis satur oglekli 0,5—0,9%, otrs — 0,3—0,6%). Otra zobena asmens (Nurmuižas) tehnoloģiskā shēma daļēji līdzīga Aizkraukles zobena asmens *(61. att. — 9a)* shēmai, tikai vidējā dzelzs slāņa vietā ir mazoglekļa tērauds (0,1—0,3% C) un malējie tērauda slāņi satur vairāk oglekļa (0,7—0,9% C); malējie slāņi bija rūdīti uz trostītu. Turklāt trešā

zobena (Alsungas) asmens tehnoloģiskā shēma ir ļoti līdzīga iepriekš atzīmētajai Aizkraukles zobena asmens shēmai.

15 zobeniem ierakstā ir redzami krusti. Šādi krusti ievada un noslēdz ierakstu, retāk tie atrodas ierakstu vidū. Krusti ir trejādi. Vissenākais krusta veids ir vienam Lielīvandes zobenam *(62. att. — 4)*. Tas ir līdzīgs Ulfberhta zobenu *(61. att.)* krustiem. Bez tam šim zobenam ieraksta vidū atrodas slīps krusts, kas nav pārsiets ar vertikālām līnijām; šāda veida krusts ar vertikālām līnijām sastopams iepriekšējās grupas ornamentos *(61. att. — 10)*. Jāatzīmē, ka slīpā krusta ornaments bieži izmantots kuršu XI—XII gs. zobenu šķēršu izrotāšanai [179].

Vēl jāatzīmē, ka B. Nermans, analizējot T tipa zobenus, pie kuriem pieder arī Lielīvandes zobens, atzīmēja, ka šo zobenu izgatavošanas vieta varēja atrasties franku zemē [124, *81. lpp.*].

Ar diviem slīpiem krustiem ierakstu vidū ir Lībagu Ķīļu zobens *(62. att. — 3)*. Ieraksta sākumā ir burti SIN, ierakstu simetriski noslēdz šie paši burti apgrieztā kārtībā NIS. Burtam I šeit var būt ornamentāla nozīme (tas atrodas arī starp burtu N un krustu un starp abiem krustiem). Burti S un N varētu apzīmēt vārdus «svētais vārds» (*S — anctum* un *N — omen*) [34.].

Trešā veida krusts izgatavots ar šķērsotiem galiem. Šāds krusts ir visvairāk izplatīts, tas redzams arī iepriekšējā grupā *(61. att. — 9)*. Tāda veida krusts sastopams ne tikai X gs. ierakstos, bet lietots pat vēl XIV gs. [188].

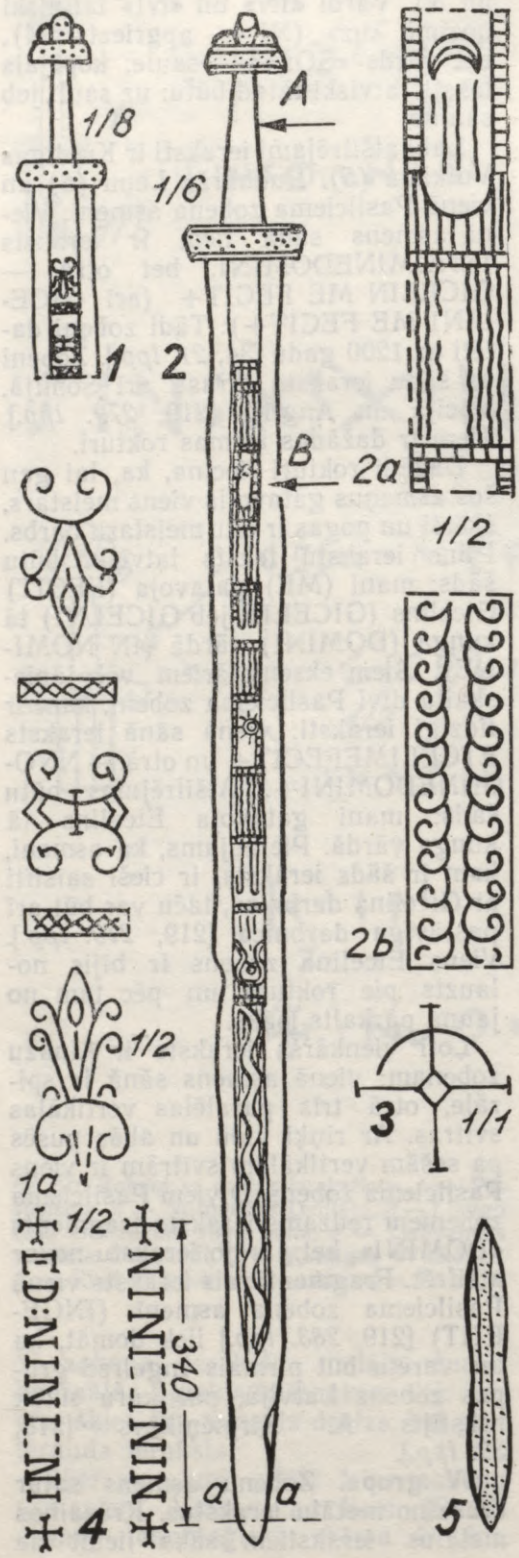
Visagrākie zobeni ar šādu krustu ir Pasilciema *(62. att. — 1)* un Nurmuižas Dziļleju *(62. att. — 2)* zobeni, kas datēti ar XI gs. Pirmajam zobenam ir skaidri izlasāms viens ieraksts (INSOLNI), bet otrs, liekas, ir tāds pats, turpretī otrā zobena ieraksti ir pārāk fragmentāri, lai no tiem izlobītu tekstu. Ierakstu INSOLNI iespējams sadalīt trijos vārdos: IN, SOL un NI. Vārdi «IN» un «NI» latīniski nozīmē «uz» (NI — apgriezts IN), bet vārds «SOL» — saule; kopējais teksts latviski tātad būtu: uz sauli jeb sauļup.

Labi atšifrējami ieraksti ir Kuldīgas Vulkāna *(5)*, Rudbāržu Lēņu *(6)* un vienā Pasilciema zobena asmenī. Vienā asmens sānā tiem ir ieraksts INNOMINEDOMINI, bet otrā — GICELIN ME FECIT+ (arī GICELINI ME FECIT+). Tādi zobeni datēti ar 1200 gadu [34, *21. lpp.*]. Zobeni ar šādu ierakstu atrasti arī Somijā, Vācijā un Anglijā [219, *279. lpp.*]. Tiem ir dažādas formas rokturi.

Dažādi rokturi liecina, ka, lai gan šos asmeņus gatavojis viens meistars, šķērši un pogas ir citu meistaru darbs. Pilns ierakstu teksts latviski būtu šāds: mani (ME) gatavoja (FECIT) Gicelins (GICELIN jeb GICELNI) tā kunga (DOMINI) vārdā (IN NOMINE). Šiem eksemplāriem vēl jāpieskaita divi Pasilciema zobeni, kam ir līdzīgi ieraksti: vienā sānā ieraksts ETCELIMEFECIT+ un otrā — NNOMINEDOMINI+. Atšifrējums būtu šāds: mani gatavoja Etcelins tā kunga vārdā. Pieļaujams, ka asmeņi, kam ir šāds ieraksts, ir cieši saistīti ar Gicelina darbnīcu, taču var būt arī pastāvīga darbnīca [219, *279. lpp.*]. Viens Etcelina zobens ir bijis nolauzts pie roktura un pēc tam no jauna pārkalts īsāks.

Ļoti vienkāršs ieraksts ir Ainažu zobenam: vienā asmens sānā ir spirāle, otrā trīs paralēlas vertikālas svītras. Ar riņķi vidū un abās pusēs pa sešām vertikālām svītrām ir viens Pasilciema zobens. Diviem Pasilciema zobeniem redzams ieraksta fragments «DOMINI», bet pārējo ierakstu nevar atšifrēt. Fragmentārais ieraksts vienā Pasilciema zobena asmenī (INGERIIT) [219, *283. lpp.*] liek domāt, ka tas varētu būt pirmais Ingelred grupas zobens Latvijā, par kuru sīkāk rakstījis A. Kirpičņikovs [218, *39. lpp.*].

IV grupa. Zobenu asmens satur krāsaino metālu ierakstus. Krāsainos metālus ierakstiem sāka lietot ne



agrāk par X—XI gs. Ar XII gs. sudrabs, varš vai vara sakausējums jau kļuva par galveno ierakstu materiālu. Ar šādu metālu ierakstiem Latvijā ir atrasti 14 zobeni. No tiem astoņi ir atrasti Pasilciemā un pa vienam Alsungā, Kazdangā, Rīgā, Saikavā, Vidzemē un Vilkmuižas ezerā. 63. attēlā ir parādīti divi zobeni, četru zobenu ieraksti un viena zobena asmens tehnoloģiskā shēma.

Ir saglabājušās šīs grupas sešu zobenu rokturu daļas, tas norāda, ka šie zobeni pieder pie T tipa un datējami ar XI gs. [124, *79. lpp.*]. Taču ornamentu materiāls un veids norāda, ka zobeni pieskaitāmi arī vēl nākamajam gadsimtam. Zobeni, kam ir zuduši šķērši un poga, ir datējami ar XI—XIII gs.

Pieciem zobeniem ir sudraba stieplīšu (platums 0,1—0,2 mm) ornamentējums. Jāatzīmē, ka sudraba stieplīšu ieraksts vienā asmens pusē ir vēl vienam iepriekšējās III grupas Pasilciema zobenam. Divi sudraba ieraksti ir Saikavas zobenam un Pasilciema zobenam *(63. att. — 3, 4)*. Saikavas zobenam *(3)* atlicis no ieraksta tikai 15 mm augsts krusts ar šķērsotiem galiem un kvadrātu vidū. Līdzīgu krustu R. Vegeli konstatējis Šlezvigas—Holšteinas zobenam, kas datēts ar XII—XIII gs. [188, *263. lpp.*]. Pasilciema zobenam *(4)* ieraksts abos sānos sākas un beidzas ar šķeltu galu krustu. Tāds krusts lietots arī citās vietās XIII—XIV gs. [188, *223. lpp.*]. Asmens vienā sānā starp krustiem 25 reizes atkārtojas burti NI un klāt pielikts vēl viens burts N. Otrā sānā ieraksts starp krustiem sākas ar burtiem ED, kam seko 25 reizes burti NI. Burts E varētu, piemēram, apzīmēt vārdu «Jesus», D — «Dominus» (kungs), N — «Nazareeos» (nācarietis) un I — «Judaeorum» (jūdu) [188,

63. att. Zobeni ar krāsainu metālu ierakstiem: *1* — Kazdangas (*1a* — viena sāna ieraksts), *2* — Rīgas (*2a, 2b* — abu sānu ieraksti), *3* — Saikavas, ar ierakstu vienā sānā, *4* — Pasilciema, ar ierakstiem abos sānos, *5* — Vidzemes zobena asmens griezuma vietas tehnoloģiskā shēma.

225., 235. lpp.]. Sudraba stieplītes ieblīvētas iegravētās vai iecirstās rieviņās. Trim zobeniem saglabājušies tikai ierakstu fragmenti.

Pārējiem zobeniem ir vara vai tā sakausējuma ornamenti. Divu zobenu ornamenti ir parādīti 95. attēlā *(1, 2)*. Kazdangas zobenam *(1)* bija iespējams notīrīt tikai viena sāna virsmu, jo tas atrasts salocīts. Attēlā parādītā ornamenta vidējais elements sniegts R. Vegeli simbolisko ierakstu aprakstā [188, *222. lpp.*].

Sīkāk varēja izpētīt Rīgas zobena ornamentu *(2a, 2b)*. Šī zobena asmenim katrā sānā ir sava veida ornaments. Vienā sānā redzamais ornaments ir parādīts zobena kopskatā *(2)*, otrajā sānā ornaments visā asmens garumā, izņemot nelielu posmu asmens augšdaļā, ir tāds pats kā *2b*.

Rīgas zobena roktura stienis (vietā *A*) izgatavots no tērauda, kas satur oglekli 0,7—0,8%. Smailes daļas griezuma *a—a* analīze rādīja, ka asmens šajā vietā sastāv no divslāņu tērauda: viens slānis satur 0,3—0,4%, otrs — 0,8—0,9% oglekļa. Asmens ir rūdīts uz sorbītu (sk. mikrostruktūru *XXXIII att. — 6*).

Vidzemes zobena asmens tehnoloģiskā shēma *(63. att. — 5)* liecina, ka asmens ir trīsslāņu — vidū tērauda slānis (0,7—0,9% C), bet malējie no mazoglekļa tērauda (0,1—0,3% C). Tātad asmens bijis pašuzasinošs.

Divi Alsungas zobena asmens ierakstu fragmenti ir tādi paši kā Somijā atrastā zobena asmenī [99, *25. tab.*], bet viens no tiem ir līdzīgs Kazdangas zobena ieraksta fragmentam (sk. *63. att. 1a* vidusdaļu).

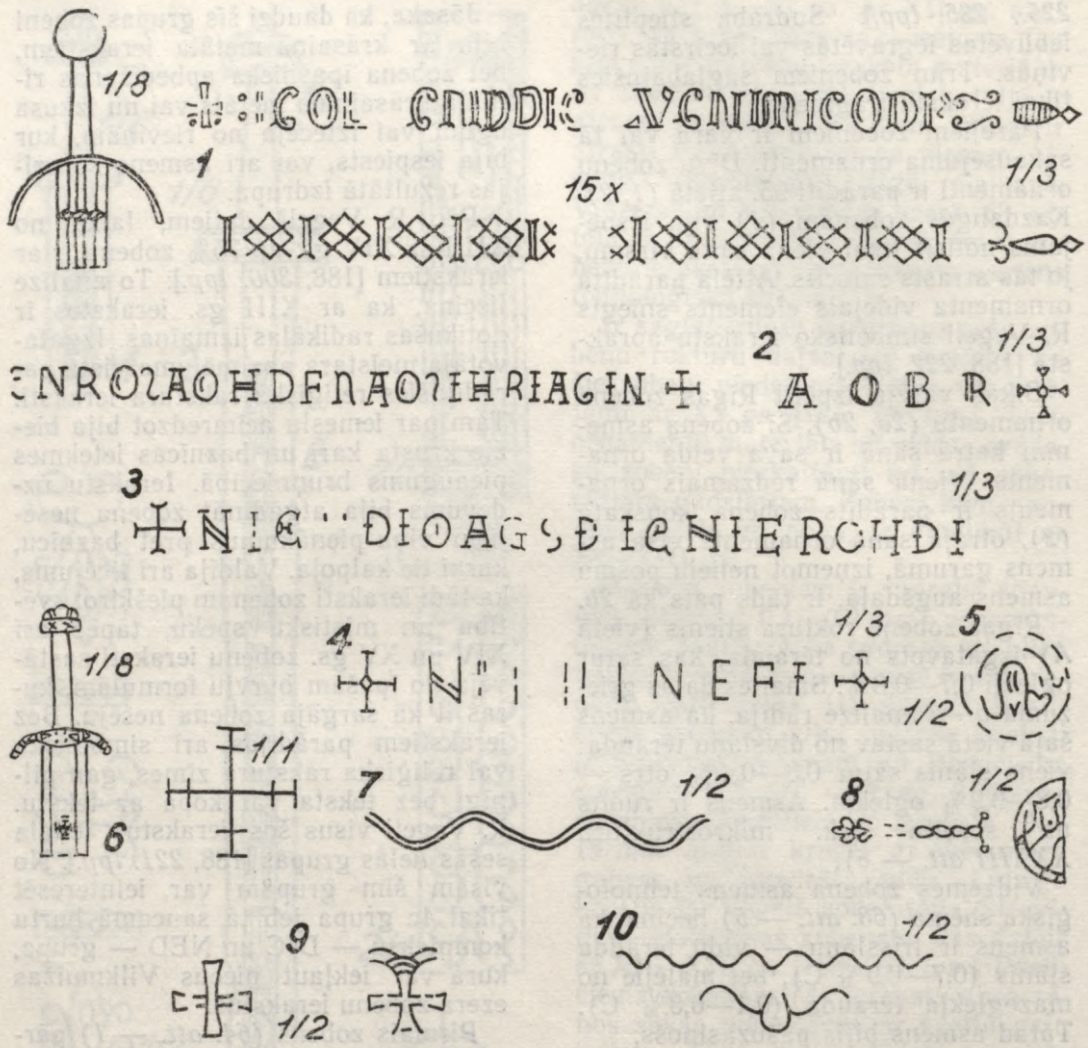
V grupa. Zobeni ar gravētiem ierakstiem vai izkritušiem krāsainā metāla ierakstiem. Tādi ir 34 zobeni: 11 atrasti Pasilciemā, astoņi Vilkmuižas ezerā, pieci Durbē, divi Kapeniekos, divi Alsungas Kalniņos, pa vienam Asītes Graveniekos, Gaviezes Kroguskalnā, Kapsēdē, Lielīvandē, Smiltenes Lazdukalnā un Tosmarē. Tie datējami ar XII—XIV gs. Divi zobeni un desmit ieraksti vai to fragmenti redzami 64. attēlā.

Jāsaka, ka daudzi šīs grupas zobeni bija ar krāsainā metāla ierakstiem, bet zobena īpašnieka apbedīšanas rituālā krāsainais metāls vai nu izkusa ugunī vai iztecēja no rieviņām, kur bija iespiests, vai arī asmens korozijas rezultātā izdrupa.

Pēc R. Vegeli datiem, laikā no XII līdz XIV gs. ap 75% zobenu ir ar ierakstiem [188, *300. lpp.*]. To analīze liecina, ka ar XIII gs. ierakstos ir notikušas radikālas izmaiņas. Izgatavotāja meistara apzīmējuma vietā parādījušies reliģiska rakstura ieraksti. Tam par iemeslu acīmredzot bija biežie krusta kari un baznīcas ietekmes pieaugums bruņniecībā. Ierakstu uzdevums bija atgādināt zobena nesējiem viņu pienākumus pret baznīcu, kurai tie kalpoja. Valdīja arī ticējums, ka tādi ieraksti zobenam piešķirot svētību un mistisku spēku, tāpēc arī XIV un XV gs. zobenu ieraksti sastāvēja no īpašām burvju formulām, kuras it kā sargāja zobena nesēju. Bez ierakstiem parādījās arī simboliska vai reliģiska rakstura zīmes, gan pilnīgi bez teksta vai kopā ar tekstu. R. Vegeli visus šos ierakstus iedala sešās lielās grupās [188, *221. lpp.*]. No visām šīm grupām var ieinteresēt tikai 4c grupa jeb tā saucamā burtu kompleksu — DIC un NED — grupa, kurā var iekļaut piecus Vilkmuižas ezera zobenu ierakstus.

Pirmais zobens *(64. att. — 1)* pārlauzts divās daļās. Spriežot pēc roktura formas, zobens datējams ar XIII—XIV gs. [34]. Burti ierakstīti visā garenrievas platumā. Ieraksta ievada krusts ir ar platākiem galiem, to noslēdz ornamentāls izgreznojums, kas atgādina stipri stilizētu liliju. Ieraksta vidū atrodas burtu DIC komplekss. Zobena asmens otrajā sānā kā ornamenta elements 16 reizes atkārtojas burts I; šos burtus vienu no otra atdala uz viena stūra nostādīts četrstūris. Četrstūrim ir nedaudz ieliektas malas, un tajā atrodas slīps krusts, kas šķērso četrstūra malas. Arī šeit ornamentālo virkni noslēdz stilizēta lilija.

Arī otrajam zobenam DIC burti



64. att. Zobeni ar gravētiem vai izkritušiem krāsaino metālu ierakstiem: *1* — Vilkmuižas ezera, *2—4* — Vilkmuižas ezera zobenu ieraksti, *5* — Alsungas Kalniņu zobena ieraksta fragments, *6* — Asītes Gravenieku, *7* — Pasilciema zobena ieraksta fragments, *8* — Lielīvandes zobena ieraksta frgments, *9* — Alsungas Kalniņu zobena ieraksta fragments, *10* — Gaviezes Kroguskalna zobena ieraksta fragments.

atrodas ieraksta vidusdaļā *(64. att. — 3)*. Ierakstu ievada krusts ar šķeltiem galiem.

Trešajam zobenam vienā asmens sānā redzams ieraksta fragments ...DICTVS+. Tātad arī šis zobens pieder pie DIC grupas.

Ceturtajam zobenam *(64. att. — 2)* ieraksta burtu veids ir ļoti līdzīgs divu iepriekšējo zobenu burtiem, atskaitot dažus sīkumus, piemēram, krustu izveidojumu; tas vedina uz domām, ka arī šis zobens pieder DIC grupai. Pilnīgi pareizi to varētu noteikt, ja būtu pieejama pazudusī zobena augšējā daļa, jo burti DIC var atrasties arī ieraksta sākumā.

Piektā zobena *(64. att. — 4)* ieraksts ir nepilnīgi saglabājies. Šeit var būt runa par NED grupu, jo ieraksts pēc krusta ar burtu N un tālāko burtu fragmenti neizslēdz iespēju, ka tur bija burti ED.

DIC burtu kompleksu varētu izvei-

dot no vārdu DOMINUS JESUS CHRISTUS vai DOMINUS IN COELO sākuma burtiem, kas bieži sastopami dažādos bībeles pantos. DIC komplekss var atrasties ieraksta sākumā, ieraksta beigās vai arī vidusdaļā. Tas var būt vienu reizi, bet var arī atkārtoties divas un vairākas reizes.

Garāki ieraksti, bet ļoti fragmentāri ir vienam Kapenieku zobenam un Kapsēdes zobenam. Tiem abiem ir sava burtu forma, un ierakstā nav saskatāmas krusta zīmes. Bez krusta vienā ieraksta galā (otru galu salocījuma dēļ nevar analizēt) ir arī otrs Kapenieku zobens. Burtu fragmenti redzami arī vienam Durbes zobenam, Kapsēdes zobenam un trim Pasilciema zobeniem. Ar fragmentāriskiem riņķiem ir septiņi zobeni (viens līdzīgs riņķis parādīts 64. attēlā — *5*). Ar riņķu un burtu fragmentiem ir viens Vilkmuižas ezera zobens. Ar riņķu un krustu fragmentiem ir viens Alsungas zobens *(64. att. — 9)*. Ir parādīts Asītes zobena krusts *(6)*, Lielīvandes zobena riņķa un krellīšu fragmenti *(8)*, viena Pasilciema zobena sinusoida *(7)*, Gaviezes Kroguskalna zobena viļņveida līnija *(10)*. Vienam Durbes zobenam uz asmens ir attēlotas arī kalēju knaibles [170, *26. lpp.*].

Tehnoloģiskā shēma ir pētīta pieciem asmeņiem: divi atrasti Kapenieku un trīs Vilkmuižas ezerā. Divi asmeņi ir trīsslāņu: vidējais no mazoglekļa tērauda (viens asmens satur 0,1—0,2% C, otrs — līdz 0,1% C), bet malējie, apkārt apmetinātie slāņi ir no tērauda ar lielāku oglekļa saturu (viens satur 0,8—0,9%, otrs 0,7—0,8%). Diviem zobeniem asmens ir divslāņu, pie kam viena zobena asmens viens slānis satur oglekli 0,4%, otrs — 0,9% *(XXX att. — 5)*, bet otram asmenim abos slāņos ir metāls ar vienādu oglekļa saturu. Piektais asmens izgatavots no dzelzs un pēc tam griezējdaļas virsotnes ir cementētas.

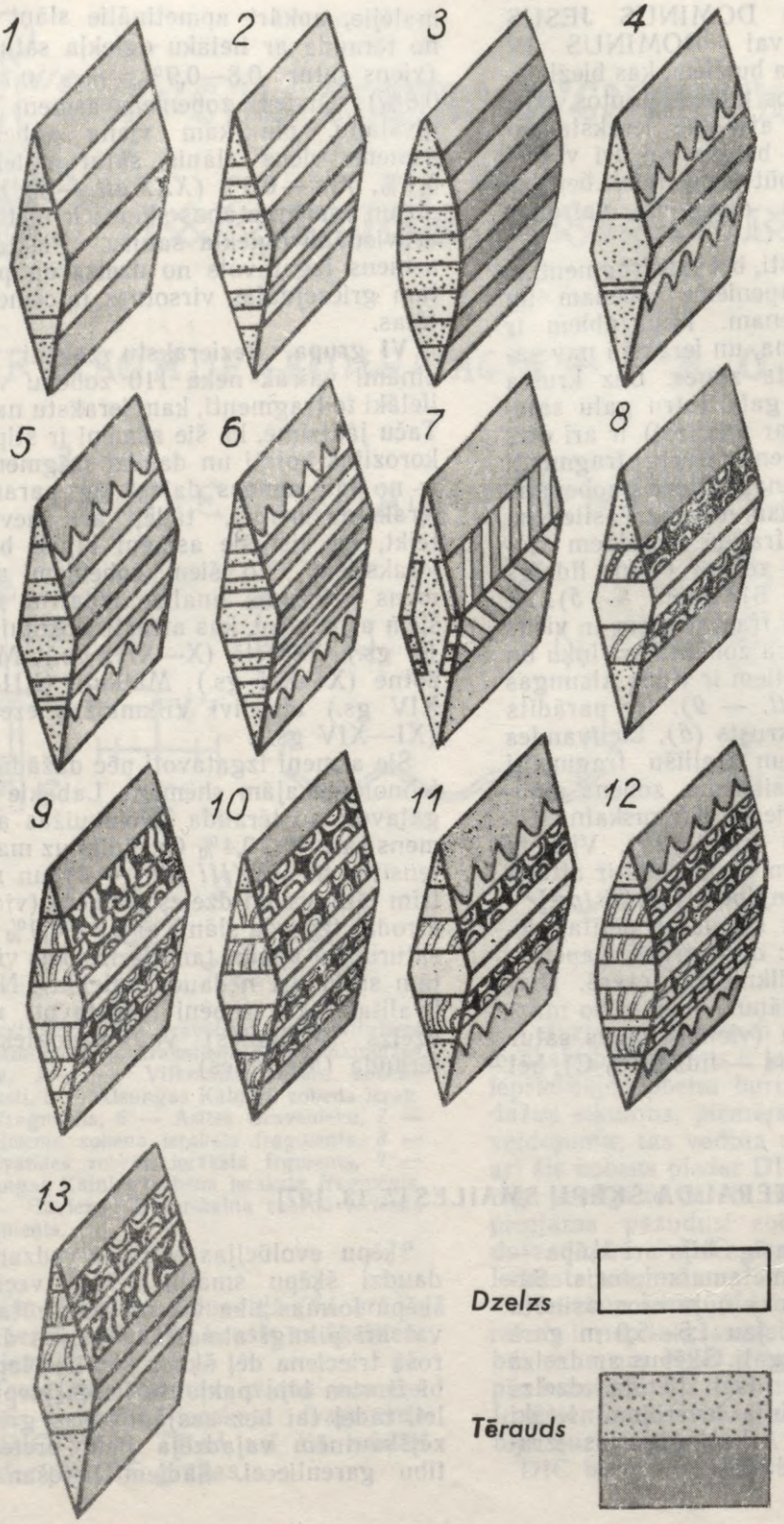
VI grupa. Bezierakstu zobeni. Ir zināmi vairāk nekā 110 zobenu vai lielāki to fragmenti, kam ierakstu nav. Taču jāatzīmē, ka šie asmeņi ir stipri korozijas bojāti un daudzi fragmenti ir no tās asmens daļas, kur parasti ierakstus nelika, tādēļ arī nevar teikt, ka visi šie asmeņi bijuši bez ierakstiem. No šiem zobeniem asmens griezuma analīze izdarīta sešiem asmeņiem, kas atrasti Kokmuižā (V gs.), Tērvetē (X—XIII gs.), Mežotnē (X—XII gs.), Matkulē (XII—XIV gs.) un divi Vilkmuižas ezerā (XI—XIV gs.).

Šie asmeņi izgatavoti pēc dažādām tehnoloģiskajām shēmām. Labākie ir gatavoti no tērauda (Kokmuižas asmens satur 0—0,4% C; rūdīts uz martensītu; sk. *XXXIII att. — 3*) un no trim tērauda un dzelzs slāņiem (vidū atrodas tērauda slānis ar 0,3—0,9% C saturu, bet apkārt tam dzelzs, kas vietām satur arī nedaudz oglekļa). Nekvalitatīvākie zobeni izgatavoti no dzelzs (Matkules) vai mazoglekļa tērauda (Mežotnes).

DAMASCĒTĀ TĒRAUDA ŠĶĒPU SMAILES [7, 13, 197]

Ne mazāk svarīgs bija arī šķēps — duramais vai metamais ierocis. Sākumā tā bija koka nūja ar noasinātu galu, bet vēlāk jau 1,5—5,0 m garš koka kāts ar uzgali. Šķēpus ar dzelzs uzgali—smaili plaši lietoja dzelzs laikmetā. Tie bija ievērojami lētāki par zobeniem. Arheoloģiskajos izrakumos tos atrod bieži.

Šķēpu evolūcijas vēsturē redzami daudzi šķēpu smaiļu veidi; vecās šķēpu formas tika vai nu izmainītas, vai arī pilnīgi atmestas. Kaujās durošā trieciena dēļ šķēpa smailes lapa bieži vien bija pakļauta lieces piepūlei, tādēļ tai bez asajām lapas griezējšķautnēm vajadzēja lielu pretestību garenliecei. Šādiem lietošanas


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
Dzelzs
Tērauds

apstākļiem labi noderēja daudzslāņu metāla lapas, kam lapas griezējvirsotnēs atradās rūdīts tērauds.

Ir zināmas 267 šķēpu smailes, kam lapa izgatavota no metinātā rakstainā jeb damascētā tērauda. Šādas smailes lietoja V—XIV gs., visvairāk XI—XIV gs. Tās atrastas visā Latvijas teritorijā, pārsvarā Kurzemē (Pasilciemā 37, Vilkmuižas ezerā 15, Durbē 11, Kapeniekos 7, Matkulē 6 u. c.) un Gaujas un Daugavas krastos (Salaspilī 32, Krimuldā 12, Turaidā 10, Ikšķilē 7, Aizkrauklē 6 u. c.).

Apzināto šķēpu smaiļu skaits varētu būt lielāks, ja būtu iespējams izpētīt tās skaistās šķēpu smailes, kuras no Aizkraukles, Ludzas, Turaidas Pūteļiem un citurienes aizvestas uz Varšavas, Berlīnes, Londonas muzejiem. Bez tam daudzas šķēpu smailes, kas stipri līdzīgas damascētā tērauda smailēm, ir tik stipri korozijas bojātas, ka tās metalogrāfiski analizēt nevar.

Atkarībā no raksta veida šķēpa smailes lapā un līdz ar to no izgatavošanas tehnoloģijas komplicētības un darbietilpības izpētītās šķēpu smailes var iedalīt 12 konstruktīvās grupās (Baltijas jūras baseina zemēs ir zināmas 17 konstruktīvas grupas). Visu 12 grupu tehnoloģiskās shēmas dotas 65. attēlā (tajā parādīta gan arī X grupa, lai nezustu grupu secība, bet kurā neietilpst neviena Latvijā atrastā smaile).

I grupa. Šķēpa lapā abās pusēs simetrijas asij redzama viena svītra. Tādu smaiļu Latvijā ir 71.

II grupa. Lapā abās pusēs simetrijas asij redzamas divas svītras. Ar divām svītrām ir 12 smailes.

III grupa. Lapa sastāv no virsotnē pārliektiem slāņiem. Republikā tāda ir viena šķēpa smaile.

IV grupa. Abās pusēs simetrijas asij redzams slānis ar zāģveida zobiem. Tādas ir 36 smailes.

V grupa. Šķēpa lapā abās pusēs simetrijas asij redzams slānis ar zāģveida zobiem un viena svītra. Atrastas 45 smailes.

VI grupa. Abās pusēs simetrijas asij redzams slānis ar zāģveida zobiem un divas svītras. Tādas ir divas smailes.

VII grupa. Smailes lapā redzams leņķveida slānis četriem šķēpiem.

VIII grupa. Abās pusēs simetrijas asij redzams vērpts slānis. Atrastas 18 smailes.

IX grupa. Šķēpa smailes lapā abās pusēs simetrijas asij redzami divi vērpti slāņi. Tāda ir viena smaile.

X grupa. Lapā abās pusēs simetrijas asij redzami divi vērpti slāņi, kas atdalīti ar svītru. Latvijā šīs grupas smailes nav atrastas. Tā saglabājusies Igaunijā.

XI grupa. Abās pusēs simetrijas asij redzams slānis ar zāģveida zobiem un vērpts slānis. Republikā 71 smaile.

XII grupa. Lapā abās pusēs simetrijas asij redzams slānis ar zāģveida zobiem un divi vērpti slāņi. Tādas ir piecas smailes.

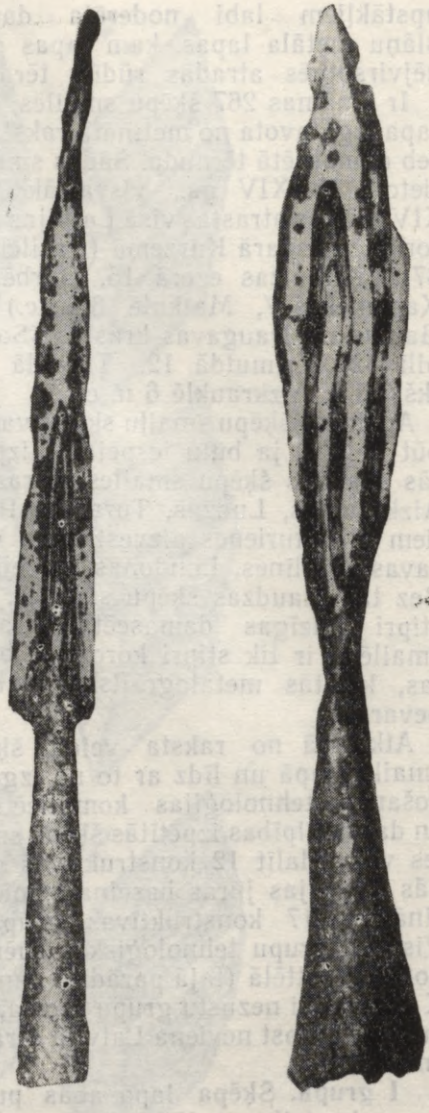
XIII grupa. Vienā pusē simetrijas asij redzama viena svītra, otrā pusē — divi vērpti slāņi ar starpslāni—svītru starp tiem. Tāda ir viena šķēpa smaile.*

Sadalot šķēpu smailes pēc rakstu grupām, redzams, ka ir grupas, kurās šādu smaiļu ir vairāk (I un XI grupā — 71, V grupā — 45), bet ir arī grupas, kurās ir viena smaile (III, IX, XIII grupa).

Atkarībā no šķēpu smaiļu formas un uzmavas apdares visas šīs smailes nosacīti var iedalīt astoņās lielākās tipoloģiskās grupās.

65. att. Šķēpu smaiļu lapu tehnoloģiskā shēma.

* Pārējās šeit neaprakstītās grupas (XIV—XVII) ir konstatētas Norvēģijā atrastām šķēpu smailēm.



66. att. Divas I raksta grupas šķēpu smailes: *1* — Bunkas, 1/2; *2* — Kapenieku, 1/2.

67. att. Kurzemes II raksta grupas šķēpa smaile, 1/3.

68. att. Ošbiržu III raksta grupas šķēpa smaile, 1/2.

*1. **Vissenākās šķēpu smailes.*** Šinī grupā ietilpst piecas smailes: Ošbiržu, Durbes, Zlēku Priednieku, Lejasbitēnu un Grobiņas.

Ošbiržu smaile ir visvecākā *(68. att.)*. Tā datēta ar V—VIII gs. Vispirms tika izkaltas divas šauras mazoglekļa tērauda strēmeles un saliektas skavu veidā; pēc tam no šīm skavām metinot izgatavoja lapu.

Durbes un Lejasbitēnu šķēpu smailes pieder pie J. Petersena A tipa un datētas ar IX gs. [130]. Abas smailes izgatavotas no dzelzs, kas vietām satur oglekli līdz 0,1—0,2%. Uz lapas sāniem dekoratīvā nolūkā uzmetināts plāns damascētā tērauda slānis. Durbes smailei *(72. att.)* ir VII grupas raksts. Tāds pats raksts ir arī Lejasbitēnu smailei; tās makrostruktūra parādīta LVIII attēlā: tumšās svītras ir no dzelzs ar lielāku fosfora piemaisī-

jumu (cietība HB 146—149), gaišās no mazoglekļa tērauda bez fosfora klātbūtnes (HB 116—127). Līdzīga struktūra un raksts ir arī Grobiņas šķēpa smailei, kas pieder B tipam.

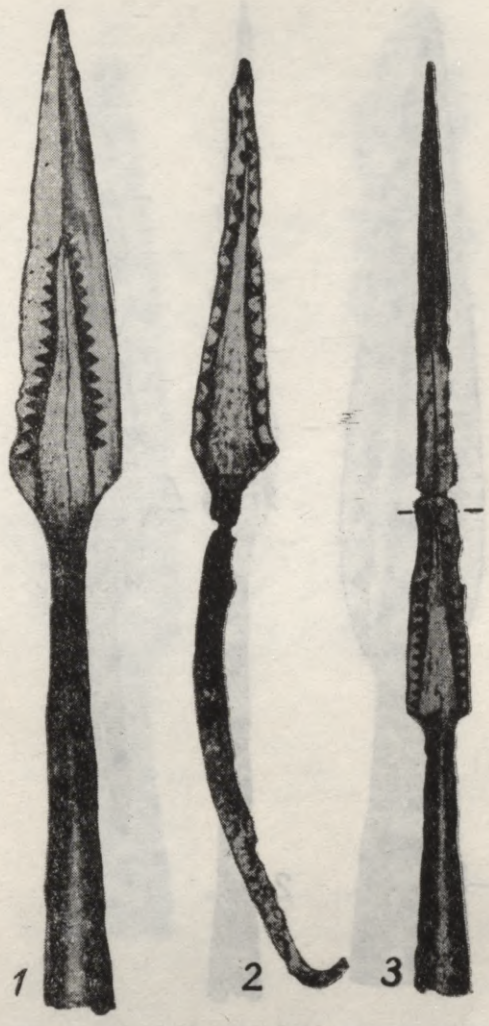
Zlēku Priednieku šķēpu smaile ir E tipa un arī ar VII grupas rakstu. Arī B un E tipa smailes datējamas ar IX gs. un gatavotas vienlaikus ar A tipa šķēpiem seno franku zemē [78, *109. lpp.*]. Par to, kā ieguva leņķveida rakstu, sīki aprakstījuši R. Pleiners [135] un K. Bēne [31].

2. ***Šķēpu smailes ar sudrabotu uzmavu*** (15 gab.). Šādas smailes ir atrastas arī Igaunijā, Somijā, Zviedrijā, Norvēģijā u. c. Par Baltijā atrastajām šīs grupas smailēm jau pirms apmēram 60 gadiem rakstīja M. Eberts, atzīmēdams, ka tās gatavotas Gotlandē [50]. M. Eberta materiālus papildināja B. Nermans [124]. Gotlandisko izcelšanos apstiprināja arī A. Talgrēns [180]. Taču neviens no viņiem nebija pētījis šo smaiļu metālu un lapu rakstu.

Smailes ar sudrabotu uzmavu atrastas Salaspilī *(6)*, Krimuldā *(4)* un pa vienam eksemplāram Turaidā, Liepkalnē, Kazdangā, Vampeniešos, kā arī Kurzemē. No Latvijā atrastajām smailēm tikai vienai lapa nav izgatavota no damascētā tērauda.

Atkarībā no šķēpa smailes tipa 12 smailes ir G tipa, viena M tipa un viena E tipa, bet vienai Salaspils smailei korozijas bojājumu dēļ nevar noteikt tipu. Lapām ir I, VIII, IX, XI un XII grupas raksti. G tipa smailes (*74. att., 76. att. — 1* un *77. att. — 1*) datētas ar XI gs. [124]. M tipa smaili *(75. att.)* datē ar XI gs. [124], bet E tipa smaili — ar X gs. [78].

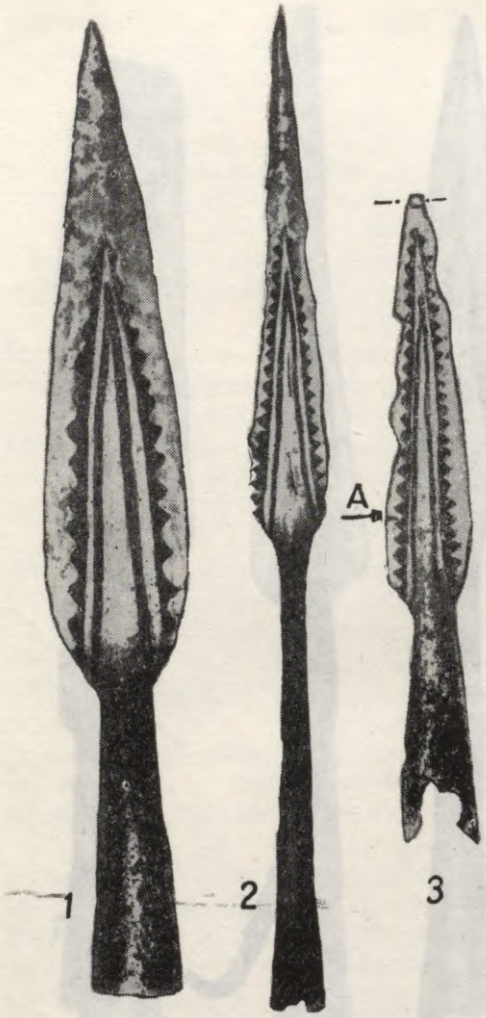
I grupas raksts ir divām smailēm. Lapa izgatavota no mazoglekļa tērauda, svītras no dzelzs ar palielinātu fosfora daudzumu. Svītru mikrostruktūrā redzams rupjgraudains ferīts. Uz spoži notīrītas lapas virsmas spilgti izceļas gaišas dzelzs svītras, jo fosfors dod dzelzij sudrabainu spožumu. Turklāt pēc kodināšanas ar Heina reaktīvu, pateicoties fosfora klātbūtnei, tās kļūst tumšas (skat. 66. attēlu,



69. att. Trīs IV raksta grupas šķēpu smailes: *1, 2* — Kapenieku, 1/2; *3* — Alsungas, 1/3.

kur dotas gan citu tipoloģisko grupu šķēpu smailes ar tādām svītrām).

VIII grupas raksts ir astoņām smailēm. Viena tāda smaile parādīta 74. attēlā. Kazdangas un vienas Igaunijā atrastās Sāmsalas šķēpa smailes analīze liecina, ka lapas vidusdaļa gatavota no dzelzs vai no neviendabīga tērauda, bet lapas griezējdaļa izgatavota no tērauda, kas vienā gadījumā saturēja oglekli 0,1—0,8%, bet otrā — 0,4—0,8%. Sāmsalas smailes vērptais slānis sastāv no dzelzs ar tajā iemetinātām mazoglekļa tērauda (0,1—



70. att. Trīs V raksta grupas šķēpu smailes: *1* — Lībagu, 1/2; *2* — Pasilciema, 1/3; *3* — Turaidas, 1/2.

0,2% C) plāksnītēm. 73. attēlā dots vērpts dzelzs stienis, kas satur trīs iemetinātas tērauda plāksnītes. Izdarot griezumu plaknē *a*, iegūstam rakstu ar slīpām līnijām (I), bet, izdarot griezumu plaknē *d*, iegūstam krustveida rakstu. Griezumi plaknēs *b* un *c* dod pārejas veida rakstus. 74. attēlā redzamie vērptie slāņi atbilst 73. attēla shēmas rakstiem, t. i., dzelzs stieņi satur trīs tērauda plāksnītes.

IX grupas raksts. Ar šādu rakstu ir M tipa viena Salaspils Laukskolas šķēpa smaile *(75. att.)*. G tipa šķēpu smaiļu garums ir 280—480 mm (vairumā gadījumu 330—460 mm), bet šīs smailes garums sasniedz 540 mm. Šī ir visgarākā smaile šajā grupā. Vērpto slāņu raksts liecina, ka tās gatavotas pēc 73. attēlā dotās shēmas, tad sametinātas blakus kopā.

XI grupas raksts. Šāds raksts ir šķēpa smailei, kura atrasta Turaidā *(76. att. — 1)*. Kādas citas G tipa Turaidas šķēpa smailes (tā pieder gan nākošai šķēpu smaiļu tipoloģiskai grupai) mikroanalīze liecina, ka slānis ar zāģveida zobiem izgatavots no dzelzs, kurai ir fosfora piemaisījums, bet vērptais slānis izgatavots saskaņā ar 73. attēlā doto shēmu.

XII grupas raksts. Šis vissarežģītākais raksts ir divu šķēpu smailēm: viena atrasta Vampeniešos (Doles salas augšgalā), otra — Salaspils Laukskolā.

Salaspils šķēpa smailes *(77. att. — 1)* lapas vidusdaļa, starpslānis starp abiem vērptajiem slāņiem, kā arī slānis ar zāģzobu zobiem ir no dzelzs, tikai pēdējais satur arī fosfora piemaisījumu. Vērptie slāņi ir līdzīgi iepriekšējo grupu smaiļu vērptajiem slāņiem (dzelzs stienī iemetinātās trīs tērauda plāksnītes satur 0,1—0,3% oglekļa) *(XXXIV att. — 5)*. Lapas griezējdaļas virsotnes izgatavotas no tērauda, kam oglekļa daudzums 0,8—0,9%, un rūdītas uz trostītu un martensītu. Kvalitātes ziņā Salaspils šķēpa smaile ir viena no visaugstvērtīgākajām.

Uzmavas šīm smailēm platētas ar sudrabu un pēc tam iegravēti ornamenti. Nebojātām un mazāk bojātām uzmavām var redzēt piecas ornamentu grupas (pavisam mums zināmas astoņas ornamentu grupas). Lielāko daļu ornamentu veido astotnieki un cilpas *(78. att. — 1, 2)*, tad seko rāmjveida ornamenti *(3)*, vīteņaugu ornamenti *(4)*, pa vienam eksemplāram ir ar rombiem un tapiņām *(5)* un ar horizontālām līnijām ar skujiņu rotājumu *(6)*. Dažreiz atsevišķas ornamentu vietas ir zeltītas *(78. att. — 2* melnās līnijas) vai kaparotas *(5* — melnie rombi). M. Eberts rakstīja, ka

smailes, kuras rotā ornamenti ar astotniekiem un cilpām, ko veido čūskveida dzīvnieki, kā arī rāmjveida ornamenti, izgatavotas Gotlandē un datējamas ar XI gs., jo tur no tā laika ir saglabājušies rūnu rakstu akmeņi ar šādiem ornamentiem [50, *136. lpp.*; 124, *116. lpp.*].

3. ***Šķēpu smailes, kuras līdzīgas šķēpu smailēm ar sudrabotu uzmavu.*** Šīs smailes formas ziņā ir ļoti līdzīgas vai pat vienādas iepriekšējās grupas smailēm, tikai uguns ietekmes vai korozijas dēļ uz uzmavas nav redzams ornaments vai tā pēdas, vai arī ir atrasta tikai lapas daļa. Tādu smaiļu ir 61, to starpā G tipa 11, M tipa 19, M_1 tipa (atšķiras no M tipa ar īsāku uzmavu) 16, M_X tipa (nolauzta uzmava) 5, K tipa 5, E tipa 5. Visvairāk šādu smaiļu atrasts Salaspilī *(20)*, Krimuldā *(8)*, Vampeniešos *(3)*, bet citur ne vairāk par divām. Visplašāk izplatītas lapas ar I grupas rakstu (47 smailes), VIII grupas rakstu (9 smailes). II grupas raksts ir divām smailēm, XI grupas raksts arī divām, bet XIII grupas raksts ir tikai vienai smailei. Vairāku smaiļu struktūras analīze liecina, ka lapas metāls svītrās, griezējdaļās u. c. ir līdzīgs metālam attiecīgās vietās smailēs ar sudrabotu uzmavu.

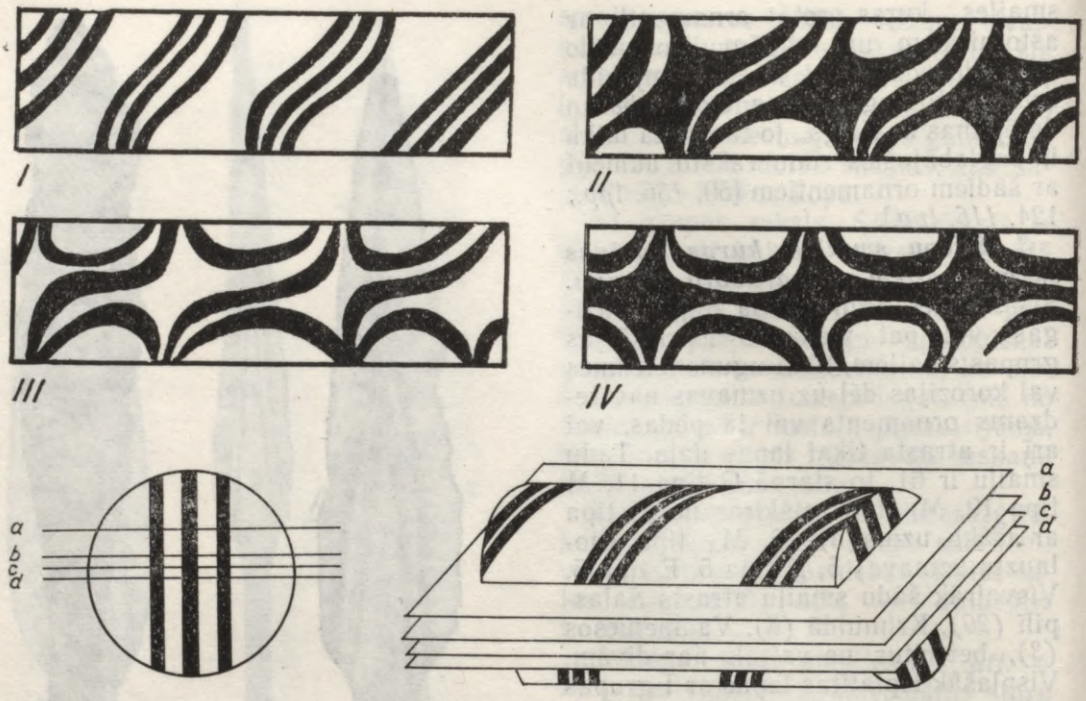
4. ***Pasilciema grupas šķēpu smailes (69) ar garām uzmavām un platām lapām.*** Par Pasilciema grupu tās nosauktas tādēļ, ka visvairāk to atrasts Pasilciemā *(30)*. Pie šīs grupas var pieskaitīt arī smailes ar nedaudz šaurākām lapām (Matkules—Vilkmuižas ezera apakšgrupu) un smailes ar platām lapām, bet ar īsākām uzmavām (Plunges apakšgrupu Lietuvā). Jāatzīmē, ka no triju Baltijas republiku teritorijā atrastajām šīs grupas smailēm 82,4% atrastas seno kuršu cilšu apdzīvotajā teritorijā. Smailes ar platām lapām ir parādītas 69. attēlā — *(1)*, 76. attēlā — *(5)* un 77. attēlā — *(2)*. Smailes ar šaurāku lapu redzamas 70. attēlā — *(2)* un 76. attēlā — *(6)*. To garums ir dažāds — no 270 līdz 510 mm. Smailes datējamas ar XI—XIII gs.

71. att. Turaidas VI raksta grupas šķēpa smaile, 1/2.

72. att. Durbes VII raksta grupas šķēpa smaile, 1/3.

No šīm smailēm 10 ir ar IV grupas rakstu *(69. att. — 1)*, četrām smailēm ir V grupas raksts *(70. att. —2)*, vienai smailei — VIII grupas raksts, 51 smailei — XI grupas raksts *(76. att. — 5, 6)*, trim smailēm — XII grupas raksts *(77. att. — 2)*.

Pasilciema smailēm lapu svītras un slāņi ar zāģveida zobiem izgatavoti galvenokārt no dzelzs, bet ar fosfora piemaisījumu. Šo slāņu mikrostruktūrā redzamais ferīts ir galvenokārt



73. att. Vērpta dzelzs stieņa garengriezuma raksti (stienis satur trīs tērauda plāksnītes, kas attēlotas melnas) [108].

rupjgraudains, un dažkārt tam ir liels sārņu piemaisījums. Atsevišķos gadījumos slāņi ar zāģveida zobiem izgatavoti no dzelzs, kas satur oglekli līdz 0,05% (Matkules smaile), vai ir no mazoglekļa tērauda ar oglekļa saturu 0,2—0,3% (Vilkmuižas ezera smaile — *76. att. — 5*).

Vērptais slānis, tāpat kā iepriekšējo grupu smailēm, sastāv no dzelzs un mazoglekļa tērauda (0,1—0,3% C) plāksnītēm. Šādu plāksnīšu skaits var būt dažāds. Piemēram, Matkules smailei *(76. att. — 6)* vērptais slānis satur piecas tērauda plāksnītes, bet Vilkmuižas ezera *(76. att. — 5)* un Mārtiņsalas smailes *(77. att. — 2)* satur pat 11 plāksnītes.

Šķēpu smaiļu lapas griezējasmeņu kvalitāte ir dažāda. Ir lapas, kam griezējasmeņi izgatavoti no tērauda ar labu oglekļa daudzumu (0,7—0,9%), piemēram, minētajām Vilkmuižas ezera un Mārtiņsalas smailēm. Ir smailes, kam lapas griezējasmeņi izgatavoti no tērauda ar apmierinošu oglekļa daudzumu (0,3—0,6%), piemēram, vienai IV rakstu grupas Matkules smailei. Taču ir arī tādas smailes, kam lapas griezējasmeņi izgatavoti nepieņemamā kvalitātē — no dzelzs, piemēram, vienai IV raksta grupas Durbes šķēpa smailei, vienai XI grupas Matkules smailei *(76. att. — 6)* u. c.

Tādas šķēpu smailes, kā Mārtiņsalas *(77. att. — 2)*, Vilkmuižas ezera *(76. att. — 5)* un garās Pasilciema šķēpu smailes ir ievestas Latvijā no citurienes. Durbes smailes, Plunges apakšgrupas smailes u. c. var būt vietējo meistaru darbs.

5. ***Kuršu šķēpu smailes ar rombveida šķērsgriezuma lapu*** *(52).* Šo smaiļu lapas ir rombveida šķērsgriezuma un pakāpeniski uz virsotni kļūst kvadrātveida. Nosaukums «kuršu» ir dots nosacīti, jo galvenokārt tās atrastas seno kuršu cilšu apdzīvotajā teritorijā (no Baltijā konstatētajām šķēpu smailēm 61,5% atrastas kuršu

cilšu teritorijā): Durbē 11, Vilkmuižas ezerā 4, Allažos 4, Aizkrauklē 4 u. c.

Šīs šķēpu smailes datētas ar XI—XII gs. [204, *78. lpp.*], taču, kā liecina izrakumi Durbē, tās lietotas arī XIII gs. [170]. Šķēpu smaiļu garums ir 193—390 mm. Uzmavas var būt garākas vai īsākas (170—60 mm).

Visvairāk ir šķēpu smaiļu ar V grupas rakstu *(26)*. I grupas raksts ir 11 smailēm *(66. att. — 2)*, II grupas — septiņām *(67. att.)*, IV grupas — piecām *(69. att. — 3)*, XI grupas — divām, VI grupas — vienai smailei. Kādas lapas ar XI grupas rakstu makrostruktūra parādīta LIX attēlā.

Šķēpu smailēm svītras un slāņi ar zāģveida zobiem lapās izgatavoti tāpat kā iepriekšējo grupu šķēpu smailēm — galvenokārt no dzelzs (ferīta), bet ar fosfora piemaisījumu. Vienai Durbes VI raksta grupas smailei svītras mikrostruktūrā *(XXXIV att. — 3)* redzams rupjgraudains ferīts. Vienā gadījumā svītras dzelzs saturēja arī mazoglekļa tērauda plāksnītes (Durbes smailes lapai ar I grupas rakstu).

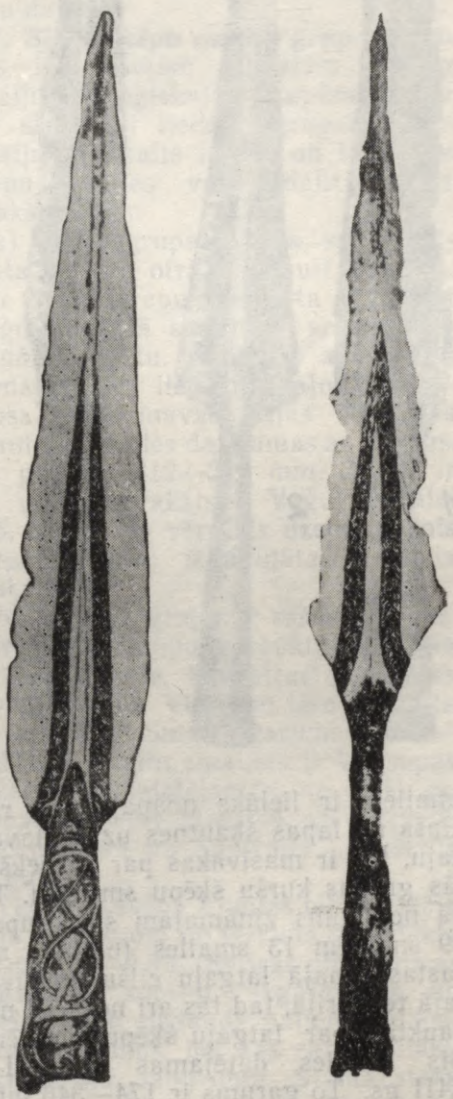
Lapas vidusdaļa parasti gatavota no dzelzs un tikai atsevišķos gadījumos ir no tērauda. Nelielais perlīta graudiņu daudzums Durbes VI raksta grupas smailes lapas vidusdaļā *(XXXIV att. — 2)* norāda, ka smailes vidusdaļa izgatavota no mazoglekļa tērauda (ap 0,1% C).

Vērptais slānis Durbes smailei (sk. makrostruktūru *LIX att.*) sastāv no dzelzs un trim mazoglekļa tērauda (0,3% C) plāksnītēm. Šajā slānī redzamais ferīts satur daudzus sīkus sārņu ieslēgumus. Tērauda plāksnītes satur palielinātu fosfora daudzumu.

No analizētajām 11 smailēm tikai vienai lapas viens griezējasmens izgatavots no tērauda ar labu oglekļa daudzumu (0,7—0,8%). Smaile (I raksta grupa) atrasta Durbē. Vienai smailei (Aizkraukle; II raksta grupa) griezējasmeņi ir no tērauda ar apmierinošu oglekļa daudzumu (0,4—0,5%), bet pārējām galvenokārt ir no dzelzs vai mazoglekļa tērauda. XXXIV attēlā *(6)* ir parādīta griezējasmens mikrostruktūra vienai Durbes VI raksta grupas šķēpa smailei (tērauds satur 0,3% C).

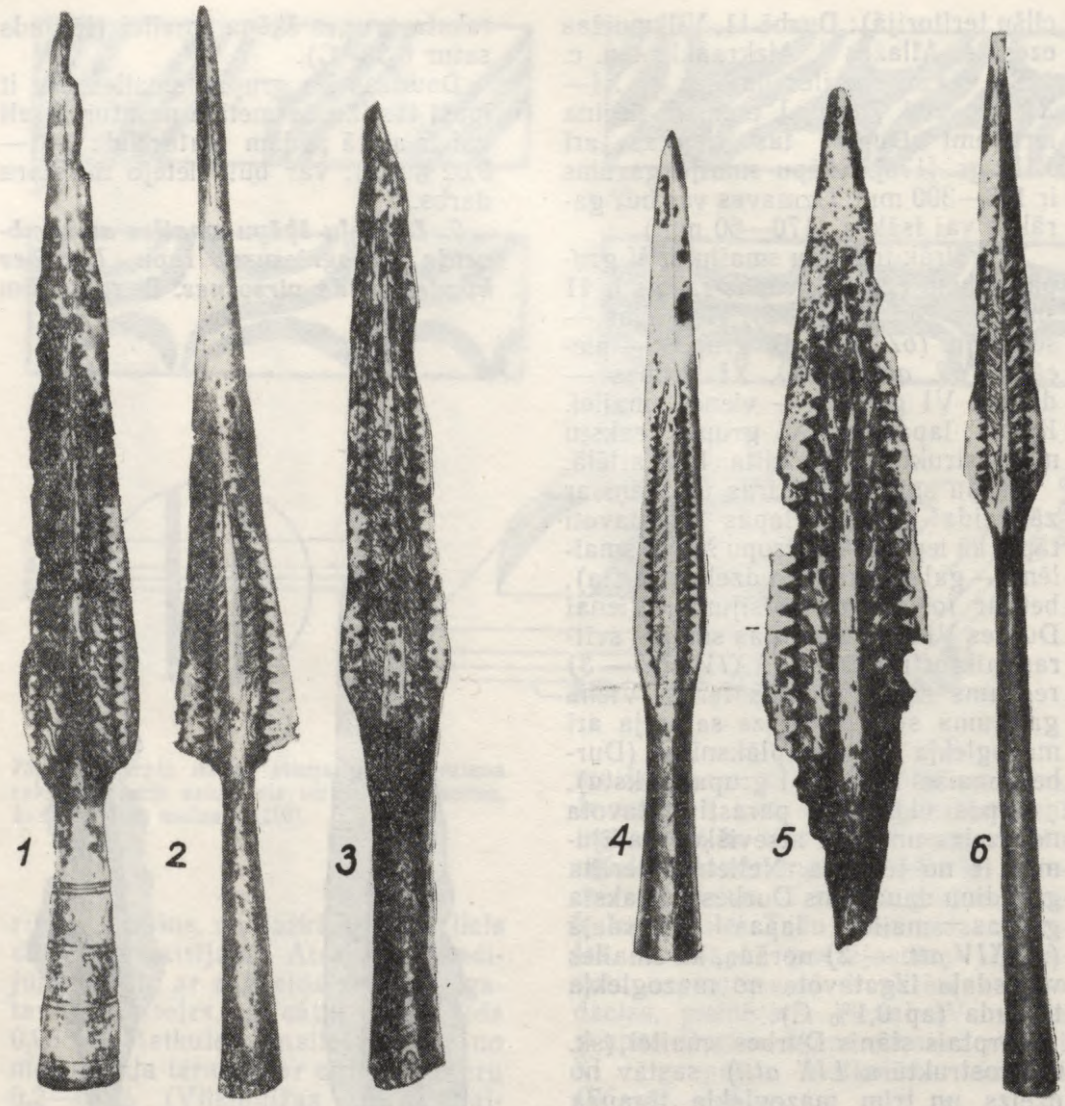
Daudzas šīs grupas smailes, bet it īpaši tās, kurās metāls nesatur niķeli vai ir ar tā pēdām (satur līdz 0,01—0,02% Ni), var būt vietējo meistaru darbs.

6. ***Latgaļu šķēpu smailes ar rombveida šķērsgriezuma lapu, bet bez kvadrātveida virsotnes.*** Bez tam šīm



74. att. Turaidas VIII raksta grupas šķēpa smaile, 2/5.

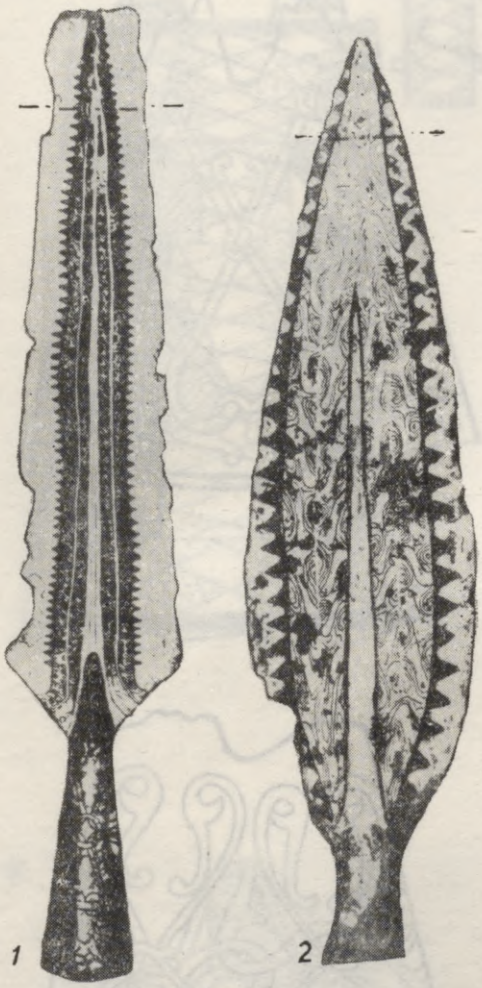
75. att. Salaspils IX raksta grupas šķēpa smaile, 1/3.



76. att. XI raksta grupas šķēpu smailes: *1* — Turaidas, 1/2; *2* — Turaidas, 1/3; *3* — Dzelzavas, 1/2,2; *4* — Veģu, 1/3; *5* — Vilkmuižas ezera, 1/2; *6* — Matkules, 1/2,1.

smailēm ir lielāks noapaļojuma rādiuss no lapas šķautnes uz uzmavas daļu, tās ir masīvākas par iepriekšējās grupas kuršu šķēpu smailēm. Tā kā no mums zināmajām šīs grupas 19 smailēm 13 smailes (68,4%) atrastas senajā latgaļu cilšu apdzīvotajā teritorijā, tad tās arī nosacīti nosauktas par latgaļu šķēpu smailēm. Šīs smailes datējamas ar XII—XIII gs. To garums ir 174—346 mm. Piecām smailēm uzmava nav apaļa, bet astoņstūru. 17 smailēm lapa ir ar IV grupas rakstu un tikai divām ar XI grupas rakstu. Viena no šīm smailēm ar XI grupas rakstu parādīta 76. attēlā *(3)*.

Divu lapu mikroanalīze parādīja, ka slānis ar zāģveida zobiem izgatavots no dzelzs, tikai ar mazāku fosfora daudzumu nekā iepriekšējām grupām, jo redzami ievērojami smalkāki ferīta graudi un kodinot labi parādās graudu robežas *(XXXIV att. — 4)*.



77. *att.* XII raksta grupas šķēpu smailes: *1* — Salaspils, 1/3; *2* — Mārtiņsalas, 2/3.

Lapas vidusdaļa izgatavota no dzelzs (vietām satur oglekli līdz 0,05 un 0,1%). Vidusdaļas mikrostruktūrā *(XXXIV att. — 1)* redzami ferīta graudi un nedaudzi sīki sārņu ieslēgumi.

Šķēpu smailu lapas griezējasmeņi ir gan no tērauda ar apmierinošu oglekļa daudzumu (0,4—0,7%), gan arī ar pašu minimālāko oglekļa daudzumu (0,3%), kas rūdot dotu jūtamu cietības palielinājumu. Pirmo smaili rūdot, abiem griezējasmeņiem ieguva martensītu un trostītu *(XXXIV att. — 7)*, kam tagadējā cietība HB 388. Pēc atkvēlināšanas *(XXXIV att. — 8)* redzams perlīts ar ferīta adatām.

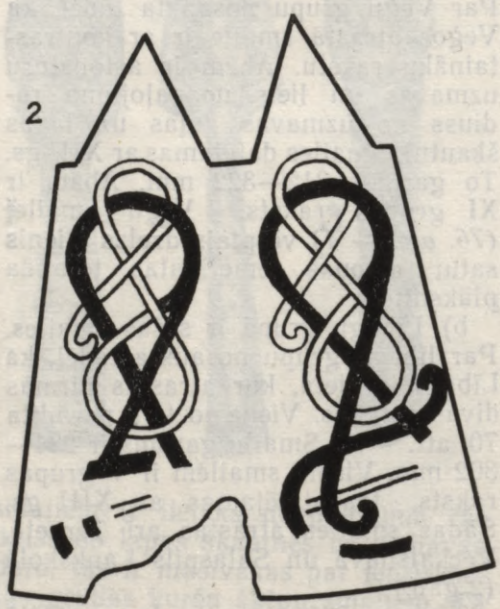
Samērā parupjais un īpatnējais slānis ar zāģveida zobiem norāda, ka daudzas smailes var būt vietējo meistaru darbs.

7. ***Sīkās šķēpu smailu grupas.*** Blakus iepriekšējām lielajām šķēpu smailu tipoloģiskajām grupām pastāv arī skaitliski nelielas grupas. Šādu smailu kopskaits ir 26, un šīs sīkās šķēpu smailes var iedalīt piecās apakšgrupās.

a) Veģu grupa. Viena smaile atrasta Veģos, otra Vilkmuižas ezerā. Par Veģu grupu nosaukta tādēļ, ka Veģos atrastā smaile ir ar kontrastaināku rakstu. Abām ir astoņstūru uzmavas un liels noapaļojuma rādiuss no uzmavas daļas uz lapas šķautni. Smailes datējamas ar XIII gs. To garums 312—322 mm. Abām ir XI grupas raksts. Veģu smailei *(76. att. — 4)* vērptais dzelzs stienis satur astoņas iemetinātas tērauda plāksnītes.

b) Lībagu grupā ir sešas smailes. Par lībagu grupu nosaukta tādēļ, ka Lībagi ir vieta, kur atrastas pirmās divas smailes. Viena no tām parādīta 70. att. — *1*. Smaiļu garums ir 224—302 mm. Visām smailēm ir V grupas raksts, tās datējamas ar XIII gs. Šādas smailes atrastas arī Tērvetē, Veckalsnavā un Salaspils Laukskolā (2 gab.).

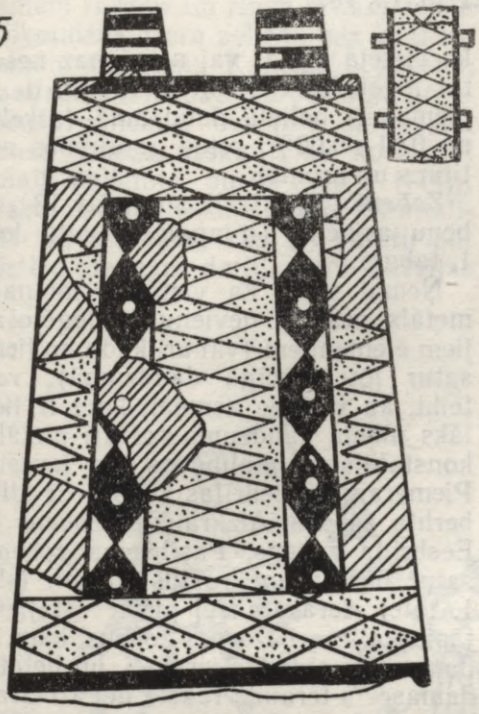
Tērvetes šķēpa smailes lapas vidējā daļa izgatavota no tērauda ar oglekļa saturu 0,3—0,8%. Svītras un slānis ar zāģveida zobiem izgatavotas no dzelzs, kam nedaudz palielināts fosfora daudzums, bet kas satur lielāku sīku sārņu daudzumu. Slānis starp svītru un zāģveida zobu slāni ir no tērauda ar 0,3—0,4% oglekļa daudzumu. No tāda paša tērauda izgatavotas arī griezējdaļu asmeņu virsotnes.



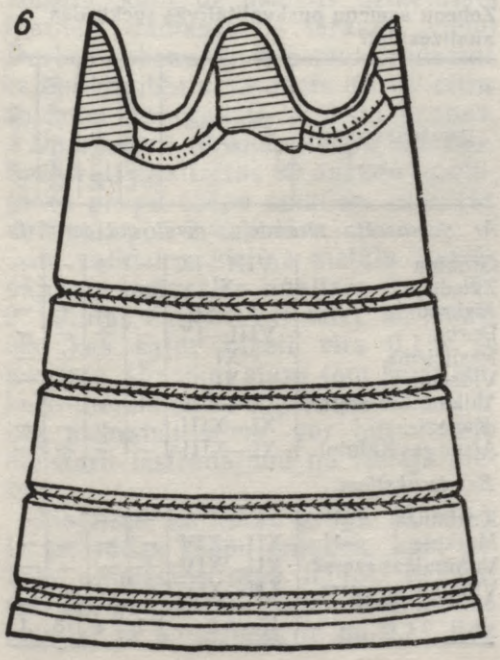
78. att. Sudrabotu šķēpu smaiļu uzmavu raksti (samaz. apmēram 1,5×): *1* — Turaidas; *2* — Krimuldas; *3* — Krimuldas; *4* — Turaidas; *5* — Salaspils; *6* — Turaidas.

c) Kātu šķēpu smailes ir četras. Divas atrastas Pasilciemā, viena Kapeniekos, kā arī viena Kurzemē. Kapenieku smailei *(69. att. — 2)* atliektais kāta gals deva iespēju to stingrāk piestiprināt no ārpuses pie šķēpa kāta. Pārējām smailēm kāta gals nav atliekts. Smaiļu garums ir 203—295 mm. Viena smaile ir ar I raksta grupas lapu (svītras platums līdz 3,5 mm), divas ir ar IV raksta grupas un viena ar V raksta grupas lapu. Svītras un slāņi ar zāģveida zobiem ir no dzelzs, kurai palielināts fosfora daudzums.

5



6



Šīs smailes var būt vietējo meistaru kalumi, ne agrāki par XI—XII gs.

d) Aizkraukles un Ikšķiles grupas smailes. Viena ir ar IV raksta grupas (Aizkraukles) un otra ar V raksta grupas lapu (Ikšķiles). Svītras un slāņi ar zāģveida zobiem ir no dzelzs ar palielinātu fosfora daudzumu.

e) Nenoteiktajā grupā ir 12 smailes. Tām ir dažāda lapu forma, četru (I, V, VI, XI) grupu raksti *(66. att. — 1, 70. att. — 3, 71. att., 76. att. — 2)*. Šķēpu smailes ir dažāda garuma; viena Pasilciema smaile ir pat 565 mm gara.

Arī tām svītras un slāņi ar zāģveida zobiem izgatavotas galvenokārt no dzelzs ar fosfora piemaisījumu. Vidējie slāņi ir no dažāda sastāva tērauda. Ir smailes, kam vidējās daļas tērauds satur oglekli 0,1—0,2%, 0,2—0,3% vai pat 0,4—0,6%. Vienai analizētajai Turaidas smailei vērptais dzelzs slānis satur astoņas tērauda plāksnītes ar 0,2% oglekļa.

Arī šeit ir lapas ar labiem griezējasmeņiem, kam griezējdaļa norūdīta uz martensītu vai trostītu (Turaidas smaile, *70. att. 3*), un ar sliktiem griezējasmeņiem, t. i., mīkstiem, jo satur oglekli tikai līdz 0,2%.

8. ***Šķēpu smaiļu fragmenti.*** Kā atsevišķu grupu var izdalīt šķēpu smailes, kas ir tik stipri korozijas bojātas vai salauztas, ka nevar noteikt, kāda forma bijusi smailei lietošanas laikā. Tādu ir 20. Ir smaiļu lapas ar I, II, IV, V vai XI grupas rakstu. Smaiļu lapu analīzes dati liecina, ka visu, kas teikts par iepriekšējo grupu smailēm, var attiecināt arī uz šīm smailēm.

Lai atbildētu uz jautājumu, kur gatavoti dažādie senie dzelzs izstrādājumi, ir par maz spriest vienīgi par atrašanas vietām un izstrādājumu formām, jo daudzi izstrādājumi zaudējuši savas vietējās īpatnības, piemēram, zobeni un šķēpu smailes, kuru forma un konstrukcija kļuvusi vispāreiropejiska [220, *139. lpp.*]. Šeit daļēji var palīdzēt spektrālās analīzes dati.

Senie vietējie metalurgi dzelzi un tēraudu ražoja no purva rūdas, kas ir zemes garozas otrreizējs veidojums. Kopā ar dzelzs oksīdiem purva rūdā koncentrējās arī niķeļa, hroma, molibdena u. c. oksīdi. Dzelzs krica ražošanas procesā daļa šo oksīdu reducējās, un iegūtais t. s. leģējošais elements izšķīda dzelzī. Katram ģeoloģiskajam rajonam ir īpatnējs šo elementu skaits un daudzums.

Vietējā metāla izstrādājumi. Lai noteiktu, kādi leģējošie elementi (niķelis, molibdens, vanādijs, kobalts, titāns, hroms, volframs) atrodas vietējos dzelzs un tērauda izstrādājumos, izdarīta spektrālā analīze astoņiem kriciem un 18 izstrādājumiem.

Analizējot kricu metālu (tas atrasts Kokmuižā, Ķentē, Mežotnē, Turaidā, Tērvetē un datēts ar V—XIII gs.), konstatēts, ka pieci krici nesatur nevienu no minētajiem elementiem, diviem kriciem ir tikko jaušama niķeļa klātbūtne (ap 0,01%), vienam kricam — niķeļa un titāna pēdas (satur līdz 0,01—0,02% šos elementus).

Analizējot dzelzs un tērauda izstrādājumus (cirvjus, zobenus, šķēpu smailes, nažus, veseri), konstatēts, ka astoņi izstrādājumi nesatur nevienu no minētajiem elementiem, deviņiem izstrādājumiem ir ļoti niecīgs niķeļa piemaisījums, bet vienam tikko jaušams niķelis un hroms.

Kā redzams no spektrālās analīzes datiem, 13 izstrādājumi nesatur nevienu no minētajiem leģējošajiem elementiem, 11 izstrādājumi satur pavisam niecīgu niķeļa daudzumu, viens niķeļa un hroma, viens niķeļa un titāna piemaisījumu. Tātad var teikt, ka vietējā dzelzs vai nu nemaz nesatur leģējošos elementus, vai arī tie ir piemaisīti nelielā daudzumā (niķelis ap 0,01—0,02%, retos gadījumos arī titāns un hroms).

Zobeni. Spektrāli analizēti 13 zobenu asmeņi. To analīzes dati doti 1. tabulā.

Ņemot vērā, ka vietējais melnais metāls nesatur nevienu no leģējošajiem elementiem (vai arī kādu no tiem satur ļoti niecīgā daudzumā), var teikt, ka visi tie asmeņi, kam ir lielāks niķeļa daudzums vai arī metālā konstatējams molibdens, ir ievesti. Piemēram, Zviedrijas zobens ir Ulfberhta zobens, Aizkraukles zobens ir Eeebrhta zobens, Pasilciema zobens satur burtus un krustus u. tml. (sk. 1. tab.). Ieraksta dēļ pie ievestajiem jāpieskaita arī Durbes zobens, kam ir damascētā tērauda ieraksti, un lietotā damascētā tērauda raksta dēļ arī Grobiņas zobens, lai gan abiem metālā konstatētas tikai niķeļa pēdas. Pie vietējiem zobeniem varētu pieskaitīt vienu Vilkmuižas ezera zobenu ar

1. tabula

Zobenu asmeņu puskvalitatīvās spektrālās analīzes dati

Atrašanās vieta	Datējums (gs.)	Bez elementiem	Ni pēdas	0,06—0,2% Ni	Mo pēdas
Ar damascēta tērauda asmeni vai ierakstu					
Grobiņa	VIII—IX	—	+	—	+
Zviedrija	X	—	—	+	—
Aizkraukle	X—XI	—	—	+	—
Durbe	VIII—IX	—	+	—	—
Pasilciems	XI	—	—	+	—
Vidzeme	XI	—	—	+	—
Vilkmuižas ezers*	XII—XIV	—	+	—	—
Kapenieki*	XI—XIII	—	+	—	—
Alsungas Kalniņi	XI—XIII	—	—	+	—
Bez ierakstiem					
Kokmuiža	V	—	—	+	—
Matkule	XII—XIV	—	—	+	—
Vilkmuižas ezers*	XII—XIV	+	—	—	—
Vilkmuižas ezers	XII—XIV	—	—	+	—
	Kopā	1	4	8	1

asmenī redzamām riņķa pēdām, vienu Vilkmuižas ezera zobenu bez ieraksta asmenī un vienu Kapenieku zobenu, kam asmenī ir īpatnēju burtu un ornamentu atliekas, bet nav saredzami krusti (mēdz uzskatīt, ka kurši vēl tolaik nelietoja burtu rakstu [114]). Nākotnē būtu vēlams spektrāli analizēt tos asmeņus, kas arī varētu būt vietējo meistaru darbi: vienu Latvijas zobenu, kam uz asmens uzmetināts īpatnējs damascētais tēraudš, vienu Durbes zobenu, kam asmenī redzams kalēju knaibļu ornaments un vēl citus zobenus no gravēto ierakstu grupas.

Damascētā tērauda šķēpu smailes. Spektrāli analizētas 89 dažādu tipoloģisko grupu šķēpu smailes. Analīzes dati apkopoti 2. tabulā.

Ja salīdzina vietējā metāla izstrādājumu spektrālās analīzes datus ar 2. tabulas datiem, var teikt, ka smailes, kas satur niķeli virs 0,1%, ir ievestas. Un tikai starp tām smailēm, kuru metāls satur niķeļa pēdas vai ir bez piemaisījumiem, var būt vietējo meistaru izstrādājumi no vietējā metāla.

Jāatzīmē, ka kuršu grupā (2. tab.) ir arī tādas šķēpu smailes, kam niķeļa daudzums lapā ir ļoti nevienmērīgs, piemēram, vienai Aizkraukles smailei tā daudzums ir no 0,11 līdz 0,40%, otrai Aizkraukles smailei — no 0,16 līdz 0,26%, kādai Durbes smailei no 0,05 līdz 0,13% u. tml.

Zinot, ka smailes ar sudrabotu uzmavu gandrīz visas gatavotas Gotlandē, var teikt, ka tur lietots metāls gan ar niķeļa daudzumu virs 0,1%, gan ar niķeļa pēdām, gan bez niķeļa klātbūtnes. Ar niķeļa pēdām vai bez niķeļa klātbūtnes metālā ir arī ievestās

79. att. Purva rūdu (blīvā limonīta) atradnes Latvijā. (Daļēji pēc [115].)

2. tabula

Šķēpu smaiļu leģējošo elementu puskvalitatīvās spektrālās analīzes dati

Šķēpu smaiļu tipoloģiskās grupas saīsināts nosaukums	Analizēto smaiļu skaits	Piemaisījumi		
		bez	niķeļa pēdas	niķelis >0,1%
Vissenākās smailes	2	2	—	—
Ar sudraba uzmavu	6	1	3	2
Līdzīgās ar sudraba uzmavu	4	1	—	3
Pasilciema grupa	22	8	7	7
Kuršu grupa	27	12	8	7
Latgaļu grupa	8	1	6	1
Sīkās grupas	13	2	—	11
Fragmenti	7	—	4	3
Kopā	89	27	28	34

citu smaiļu grupu smailes, piemēram, kāda Durbes smaile *(72. att.)*, Čunkānu smaile (līdzīga smailēm ar sudrabotu uzmavu), Spoģu smaile (fragmentu smailes) u. c.

Pie vietējām smailēm var pieskaitīt Bunkas smaili *(66. att. — 1)*, Ošbiržu smaili *(68. att.)*, Kapenieku smaili *(69. att. — 2)*, Alsungas smaili *(69. att. — 3)*, Pasilciema smaili *(70. att. — 2)*, Matkules smaili *(76. att. — 6)* un daudzas citas.

DZELZS RŪDA [95, 115, 127, 220, 226]

No visām dzelzs rūdām Latvijas teritorijā nelielā dziļumā var atrast tikai dabā visizplatītāko brūno dzelzs rūdu (limonītu). Atkarībā no tās veidošanās brūno dzelzs rūdu var iedalīt divās pamatgrupās: a) īsti brūnā dzelzs rūda, b) purva, pļavu (velēnas) un ezera rūda.

Īsti brūnā dzelzs rūda ir dzelzs hidroksīda ($2Fe_2O_3.3H_2O$) maisījums ar sīkiem smilšu graudiņiem. Tagadējā metalurģijā lietotā brūnā dzelzs rūda satur dzelzi 30—50%. Rūdai ar vidēju dzelzs saturu ir dzeltenīga krāsa, bet vairāk blīvai un bagātākai ar dzelzi — krāsa ir tumšāka. Šo brūno dzelzs rūdu ļoti daudz iegūst Ķerčā, Lipeckā, Lotringā un daudzās citās vietās. Latvijā šī rūda atrasta lielākā dziļumā.

Purva, pļavu (velēnas) un ezera rūda ir zemes garozas virsējās kārtas otrreizējs veidojums. Šo rūdu rašanās ir samērā sarežģīts ģeoloģisks process. Vispirms ūdens no dažādiem kalnu iežiem izskalo dzelzi. Ja kādā vietā šis dzelžainais (rāvainais) ūdens sakrājas vairāk un palielinās dzelzs koncentrācija, tad gaisa skābekļa vai dažādu sīkbūtņu iedarbībā dzelzs nogulsnējas, rodas dzelzs hidroksīds. Atkarībā no nogulsnēšanās vietas radies nosaukums purva, pļavu (velēnas) vai ezera rūda.

Purva un pļavu (velēnas) rūda izveidojas 20—30 cm biezās ligzdās zem 15—50 cm biezas virskārtas. Šīs rūdas, tāpat kā kūdra, aug un veidojas pastāvīgi no jauna. Izrokot rūdu no ligzdām un atjaunojot virskārtu, pēc kāda laika (apmēram 30 gadiem) rodas atkal jauni rūdas gabali. Rūdas ligzdas var saplūst vairākas kopā un tādējādi aizņemt dažreiz lielu platību (līdz 5000 m²). Ezera rūda izveidojas ne visai dziļu ezeru dibenā netālu no krasta. Jāatzīmē, ka šos trīs rūdas veidus mēdz saukt arī par blīvo limonītu jeb vienkārši par purva rūdu.

Latvijā pagaidām ir publicētas ziņas par apmēram 80 purva rūdas (blīvā limonīta) atradnēm *(79. att.)*. Tomēr jāatzīmē, ka atradņu skaits noteikti ir lielāks, jo ir maz ziņu par dažiem ziemeļu un austrumu rajoniem. Atsevišķu atradņu platība ir 20—5000 m², vairākumā no 1000 līdz 2000 m². Ja pieņem, ka viena no vislielākajām atradnēm Sārnate (Ventspils rajonā), kuras platība ir 3000 m², satur vidēji 25 cm (18—30 cm) biezu purva rūdas slāni, tad, aprēķinot kopējo tilpumu, iegūstam 750 m³ vai, zinot purva rūdas tilpuma 1 m³ svaru, apmēram 2200 t rūdas. Taču tādu atradņu nav daudz. Bez tam dažas atradnes uz rietumiem no Daugavas ievērojami iztukšotas XVII gs. otrajā pusē, kad Kurzemes hercogistē bija stipri attīstīta vietējā čuguna metalurģija.

Pēc literatūras ziņām, it kā Tiltugala atradne Varakļānu rajonā un Zuju atradne Kārsavas rajonā satur pat 6000—7500 m³ purva un pļavu rūdas. Taču nav atzīmēts, ka šajās atradnēs faktiski atrodas irdenais limonīts [116].

Latvijas purva rūdas atradnes mūsdienās melnā metāla metalurģijai ir par niecīgām. Pat tik liela atradne kā Sārnate nevar apgādāt ar dzelzs rūdu vidēja lieluma domnu vienas diennakts darbam. Taču purva rūdu kādreiz plaši lietoja dzelzs ražošanai, jo tā samērā izplatīta, to nav grūti

izrakt — izlauzt un sagatavot pārstrādāšanai, tāpat arī dzelzs no tās viegli reducējas, atdodot sev piesaistīto skābekli sakarsēto kokogļu ogleklim. Dzelzs rūdas pārstrādāšanu dzelzī var izdarīt arī vienkāršas uzbūves krāsnīs.

Visievērojamākais pētījums par Latvijas purva rūdu ir P. Nomala darbs par Sārnates purva rūdu *(80. att.)*. Autors raksta:

«Purvrūdas gabali blīvi. Krāsa — tumšbrūna. Spīdums matēts. Amorfā brūnā masā saskatāmi, īpaši lūzumā, glāžaini graudi. Svītra — no dzeltenas līdz tumšbrūnai. Purvrūdas slāņu kopblīvums vidējs, jo ar lāpstu to var sakapāt..

No piemaisījumiem galvenā daļa ir smilts, tad dažos paraugos vēl kalcijs un alumīnijs. Tāpat visos paraugos niecīgs kālija, nātrija, magnija un mangāna daudzums. Kas attiecas uz sēru un fosforu, tad pirmā klātbūtne nemaz nav konstatēta un fosfors atrasts ļoti mazā daudzumā. Tātad no dzelzs iegūšanas viedokļa purvrūdas ķīmiskais sastāvs ļoti izdevīgs..

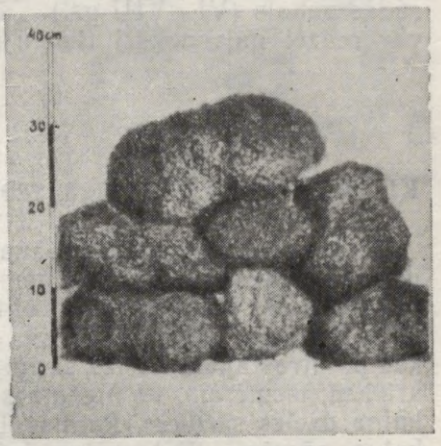
Īpatnējais svars visos paraugos diezgan tuvs. Svārstās no 2,84 līdz 3,00; vidēji — 2,89.

Dzelzs daudzums svārstās no 43,33 līdz 51,56%. Vidējais dzelzs (Fe) daudzums Sārnates purvrūdā 47,45%» [127, *12.—14. lpp.*].

Šo Sārnates purva rūdas raksturojumu var attiecināt arī uz citu atradņu purva rūdu, tikai jāatzīmē, ka īpatnējais svars var būt lielāks (līdz 4,3) un, ja satur daudz mangāna, rūdas krāsa ir pat melna.

Ja apskatām literatūrā dotu dzelzs oksīda daudzuma līkni purva rūdā, kas konstruēta uz dažādu atradņu purva rūdas paraugu 37 analīžu pamata, tad redzam, ka visbiežāk sastopama purva rūda, kas satur 70—80% Fe_2O_3 vai 49—56% tīras dzelzs (Fe). Parasti mūsdienās atmaksājas pārstrādāt dzelzs rūdu, ja tā dzelzi satur ne mazāk par 35—40% (Rūras apgabalā pārstrādā rūdu, kurai dzelzs saturs ir tikai 25%).

Taču jāatzīmē, ka senajam dzelzs ražošanas pūsmas procesam nepieciešama rūda, kas satur ļoti daudz dzelzs. Lai iegūtu tādu koncentrātu, nepieciešams rūdu bagātināt. Bagātināšanas procesā ietilpst šādas operācijas: 1) ar ūdens palīdzību rūdu atbrīvo no lieliem mehāniskiem piejaukumiem, kā smiltīm, māliem u. tml.; 2) apžāvē gaisā (vējā); 3) rūdu apdedzina, lai atbrīvotos no lieka mitruma



80. att. Sārnates purva rūdas gabali [127].

un varbūtējiem piejaukumiem; 4) sasmalcina optimālos izmēros; 5) dažreiz arī sijā. Tikai labi sagatavota purva rūda var dot vairāk dzelzs un mazāk dzelžainu sārņu.

Meklējot naftu Latvijā, lielākā vai mazākā dziļumā nesen zemes dzīlēs dažādās vietās izdarīja urbumus. Rezultātā Piltenes tuvumā 1239 m dziļumā ģeologi uzdūrās 5 m biezam brūnās dzelzs rūdas slānim, kas satur 53% dzelzs. Tāda pati rūda konstatēta arī urbumos Skrundas tuvumā un Bernātos. Izdarot urbumus Salacas upes tuvumā, 200 m no Staiceles kolhoza centra, 700 m dziļumā atrada 70 m biezu magnetīta (Fe_3O_4) slāni, bet 800 m dziļumā jaunu slāni. Pēc RPI Silikātu tehnoloģijas katedras analīzes datiem, šī rūda satur 45% Fe, 28,6% SiO_2, 2,3% Mn. Magnētiskā anomālija konstatēta Subates pilsētas rajonā; tas liecina par lielāku dzelzs rūdas koncentrāciju zemes dzīlēs.

Tāda magnētiskā anomālija ir konstatēta arī citās vietās.

No arheoloģiskajos izrakumos atrastajiem purva rūdas gabaliem analizēti divi: viens analizēts petrogrāfiski, otram noteikts ķīmiskais sastāvs. Kurzemes dzelzs manufaktūru vietās atrastie purva rūdas gabali analizēti grāmatas otrajā nodaļā.

Petrogrāfiski analizēts Ķentes pilskalnā atrastais 95 g smagais purva rūdas gabals (VI—VIII gs.). Tā šlifā var redzēt galvenokārt limonītu (ar smilšu nelielu piejaukumu). Krāsa tumšbrūna, bet lūzuma vietā pārgājusi melnā (satur vairāk mangāna).

Ķīmiskais sastāvs noteikts Alberta laukumā atrastajam apdedzinātajam purva rūdas gabalam (XIII gs.). Tas satur 36,4% Fe, 18,36% SiO_2, 0,41% MnO, 2,54% Al_2O_3, 1,08% P_2O_5 (vai 0,47% fosfora). No analīzes datiem redzams, ka šajā rūdā dzelzs saturs ir mazāks nekā Sārnates purva rūdā un satur palielu fosfora daudzumu.

KURINĀMAIS [22, 59, 126, 220, 226]

Dzelzs rūdas sakarsēšanai un dzelzs reducēšanai par kurināmo lietoja kokogles. Par to liecina vēl tagad redzamās kokogles vai kokogļu atliekas uz atrastajiem dzelzs sārņiem un kriciem, piemēram, uz Mežotnes pilskalna dzelzs sārņiem, Raunas Tanīskalna sārņiem, Kokmuižas kriciem, Turaidas krica u. c.

Anatomiski izpētot kokogles, kas atrastas uz Mežotnes un Raunas Tanīskalna sārņiem, konstatēts, ka pirmajā pilskalnā lietotas lapu koku, bet otrajā — priedes ogles. Jāpiezīmē, ka tolaik visas ziemeļu tautas metalurģijas vajadzībām lietoja gan skuju, gan arī lapu koku ogles.

Kokogles ir augstvērtīgs kurināmais. Tās satur ļoti maz pelnu (0,5—2,0%). Sēra un fosfora daudzums kokoglēs ir tik niecīgs, ka praktiski nav ņemams vērā, un ar kurināmo ciešā kontaktā esošais metāls paliek tīrs no šiem piemaisījumiem. Zemās mehāniskās stiprības un jo sevišķi sava dārguma dēļ mūsdienās kokogles gandrīz pilnīgi izspiedis akmeņogļu kokss.

Mežu bagātība un vienkāršā kokogļu dedzināšanas tehnika nodrošināja seno metalurģiju ar labu kurināmo. Malku kokogļu dedzināšanai dedzināja ogļu bedrēs. Tāds paņēmiens ir visvecākais un viegli izdarāms. Piemērotā malkas ciršanas vietā izraka bedri un tanī ievietoja malku un zarus. Bedri blīvi pārklāja ar velēnām un māliem. Gaisa piekļūšanai pārklājuma vidū un malā atstāja nelielus caurumus. Ogļdeģis aizdedzināja malku un ļāva tai daļēji sadegt. Degšanai nepieciešamais gaiss nelielā daudzumā pieplūda caur atstātajiem caurumiem. Kad temperatūra bedrē palielinājās (virs 500—600°C), visus caurumus blīvi noslēdza, lai malka un zari nedegtu, bet pārogļotos un pēc tam atdzistu. Visa kokogļu dedzināšanas māksla tātad bija regulēt gaisa piekļūšanu malkai. Procesa norise bija atkarīga no degošās kravas daudzuma un ilga no dažām dienām līdz 40 diennaktīm. Tādās bedrēs no 100 kg malkas ieguva ap 12 kg kokogļu. No šādām ogļu bedrēm vēlāk izveidojās virszemes sārti ar ievērojami lielāku tilpumu — no 20 līdz 400 m^3.

B. Kolčins, apskatot senās Krievzemes metalurģiju, raksta, ka senajās pūsmas procesa dzelzs ražošanas krāsnīs patērēto kokogļu svars pārsniedza praktiski 8—10 reizes (teorētiski ne mazāk kā 3,15 reizes) iegūtā krica svaru. Lai lielākās krāsnīs iegūtu augstākais 5—6 kg smagu kricu, vajadzēja patērēt 50—60 kg kokogļu. Tādam kokogļu daudzumam savukārt patērēja 400—500 kg malkas. Lietojot priedes malku, kurai mit-

ruma pakāpe ir 25% (ja mitrums nepārsniedz 25%, malka ir sausa) un zinot, ka viena tāda krāvummetra malkas svars ir 384 kg, var aprēķināt, ka 5—6 kg smaga dzelzs krica ražošanai vajadzēja patērēt 1—1,3 krāvummetrus malkas.

DZELZS RAŽOŠANAS KRĀSNIS

Pastāv uzskats, ka pirmā dzelzs ražošanas krāsns ir bijusi dzīvojamās vietas pavards. Uguns norobežošanai šo pavardu aplika ar akmeņiem. Starp tiem varēja atrasties arī dzelzs rūdas gabali. Kādreiz stiprā ugunī iekļuvušā rūdas gabala skābeklis savienojās ar degošu koku (kokogļu) oglekli, un dzelzs reducējās.

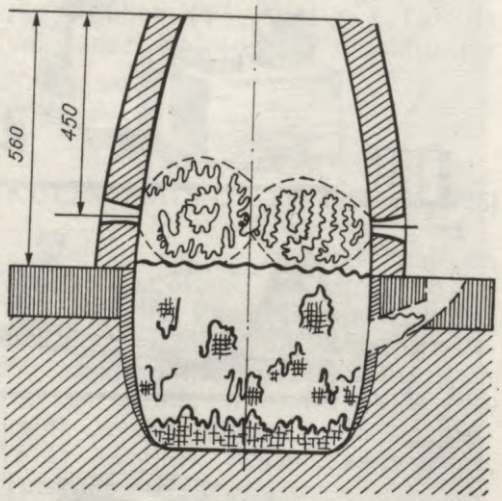
Senais cilvēks, iztīrot pavardu, droši vien ievēroja savādos pīkas veida gabalus un sāka tos apskatīt, kā arī ar sitieniem pārbaudīt. Redzēdams, ka tos var dažādi izveidot un no tiem izgatavot par bronzas rīkiem vēl cietākus un stiprākus darba rīkus, viņš sāka meklēt dzelzs rūdu un to pārstrādāt metālā.

No sākuma dzelzs ražošanai izmantoja to pašu dzīvojamās vietas pavardu. Kāda seno skitu apmetnes pavarda tuvumā atrada ap 50 dzelzs sārņu gabalu [240, *127.—128. lpp.*]. Tā kā dzelzs ražošanas darbs traucēja pavarda parastos uzdevumus, tad, bez šaubām, izgatavoja atsevišķu dzelzs ražošanas krāsni — pavardu. Šim nolūkam nelielā dziļumā izraka apaļu bedri. Tās diametrs 1—1,5 m un dziļums ap 0,6 m. Iekšpusi izklāja ar biezu (ap 16 cm) mālu kārtu [59; 126]. Vietu izvēlējās tādu, kur ir stiprāka gaisa plūsma, piemēram, atklātu kalna virsotni vai kalna nogāzi. Šajā bedrē—krāsnī ielika malku un to aizdedzināja [226]. Kad krāsns labi sakarsa, tanī ielika dzelzs rūdu (dažreiz rūdu blakus esošā mazākā bedrē jau apdedzināja) un malku. Process kļuva ražīgāks, kad malkas vietā sāka lietot kokogles. Rezultātā ieguva dzelzi krica veidā, ko sakala blīvāku uz akmens ar vesera palīdzību. Tā kā dabiskā gaisa plūsma ne vienmēr bija pietiekami stipra, lai kurināmais va-

81. att. Senās dzelzs ražošanas krāsnis: *1* — akmeņu un māla krāsns (Sīrijā, XI—X gs. p. m. ē.), *2* — tipiska Vidusvācijas krāsns (VI—V gs. p. m. ē.), *3* — romiešu laika krāsns (valoņu, m. ē. sākums), *4* — sena Krievzemes krāsns (Raikovecas pilskalns Ukrainā XII gs.). Attēlu kreisajā pusē — krāšņu griezumi [234, *11. lpp.*].

rētu intensīvi degt un tādējādi būtu iespējams iegūt vajadzīgo karstumu, velkmi sāka iegūt mākslīgi; cilvēki sāka iepūst gaisu krāsnī ar keramisku cauruļu (sprauslu) palīdzību, bet vēlāk sāka lietot ādas plēšas.

Dzelzs ražošanas bedres—krāsnis atlieku veidā atrastas Rietumeiropā: Holandē, Beļģijā, Luksemburgā, Austrijā, Vestfālē un citur [59].



82. att. Rekonstruēta dzelzs ražošanas pūsmas krāsns Polijā, Sventokšisku kalnu rajonā [24, 25].

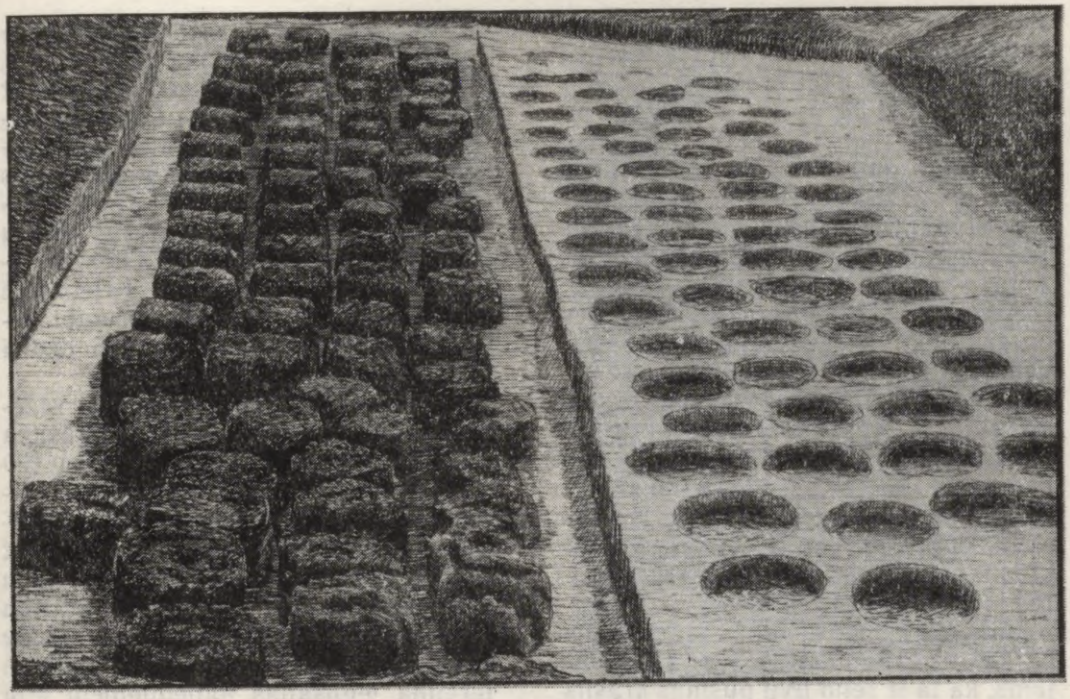
Lielāku tehnisko progresu dod virszemes krāsns. Tās senākie četri veidi parādīti 81. attēlā. Virszemes krāsns procesu sīki aprakstījuši B. Kolčins [220, *20.—35. lpp.*], F. Freize [59], B. Neimans [126], R. Pleiners [133; 134] un citi; rekonstruēto krāšņu attēlus procesa laikā devuši F. Nejers [123], V. Raps un M. Pasternaks [137]; procesu 1953. gadā protokolējis P. Hinderlings [67] u. c. Daudz faktu dod Sventokšisku senās dzelzs metalurģijas pieminekļi Polijā [24; 25; 136]. Tur atrastas piecu tipu krāsnis, vecākā tipa krāsnij iekšējais diametrs ir 28 cm, bet jaunākā tipa krāsnij — 30—50 cm. Pašas pirmās krāsnis datējamas ar pirmajiem gadsimtiem p. m. ē. un m. ē. I, II gs., jaunākās ar V—X gs. Krāsnīm vai nu nebija noteikta izkārtojuma, vai arī tās atradās blokos. Senie metalurgi aizņēma līdz 600 km² lielu teritoriju. J. Pjaskovskis [132] konstatējis, ka šīs ražošanas vietas dzelzs ir ar īpatnēju fosfora daudzumu un sārņu ieslēgumu struktūru. Jādomā, ka no šīs ražošanas vietas metāls vai tā izstrādājumi nokļuva arī Latvijas teritorijā.

Pūsmas procesa krāšņu tipam ir ļoti ilgs lietošanas periods. Lai gan XX gs. ir daudz ražīgāki metāla iegūšanas paņēmieni, tās vēl saglabājušās zemēs ar zemu tehnikas līmeni. Piemēram, 50. gados Ķīnā vēl bija ap 300 000 pūsmas krāšņu.

Dzelzs ražošanas process šahtveida krāsnī noritēja šādi. Vispirms krāsni izkarsēja, sadedzinot tanī kokogles, tad iebēra jaunu devu kokogļu kopā ar apdedzinātu purva rūdu un nepieciešamajiem kušņiem. Šahtas virspusi aizmūrēja, atstājot vidū nelielu caurumu gāzu izplūšanai. Gaisu pievadīja no apakšas caur šim nolūkam atstātu caurumu *(86. att.)*. Šo caurumu izmantoja arī sārņu izvadīšanai. Gaisu mēdza ievadīt arī caur sānu caurumiem *(82. att.)*. Kokoglēm sadegot, attīstījās temperatūra līdz 1350—1450°. Dzelzs sāka reducēties no rūdas jau 450—500° temperatūrā. Process ir intensīvāks, ja temperatūra augstāka. 900° augsta temperatūra ir pietiekama, lai dzelzs oksīds varētu labi reducēties un no tā iegūtu dzelzi; tā pamazām noslīdēja lejup un sakļepa, sametinājās mīkstas un sīkstas pīkas veidā, dodot kricu, kurā, procesam lēnāk noritot, difundēja arī ogleklis. Lai process noritētu sekmīgi, krāsnī jāuztur noteikts oglekļa oksīda režīms. Procesa beigās krāsns virsdaļu nojauca un ar knaiblēm izvilka kricu, tā iegūstot izejmateriālu dažādiem izstrādājumiem.

Latvijā atklātas 18—20 pūsmas krāsnis vai to paliekas šādās vietās:

Sēlpils	(II/III—V gs.)	—5
Spietiņos		
Jaunlīvē	(III—V gs.)	—1
Koknesē	(V gs.)	—1
Dignājā	(VII—VIII gs.)	—1—3



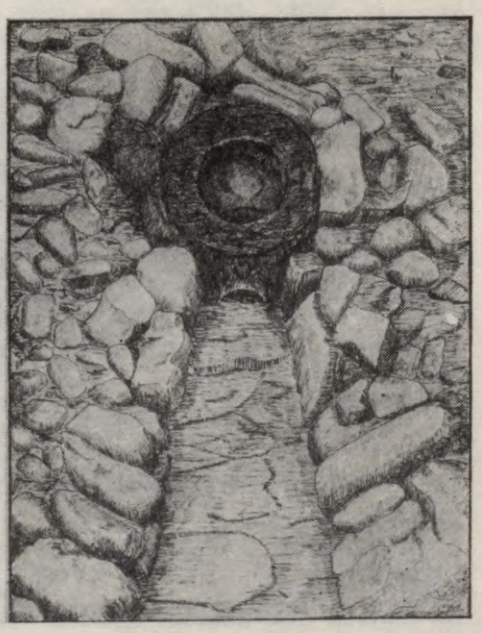
Ķentes kalnā	(VII—VIII gs.)	—1
Asotē	(X gs.)	—2
Daugmalē	(XI gs.)	—1
Oliņkalnā	(XI gs.)	—1
Lejasdopelēs	(?)	—1
Salaspils Laukskolā	(?)	—1
Alberta laukumā Rīgā	(XII—XIII gs.)	—1
Talsos	(X—XIV gs.)	—1
Tanīskalnā	(XII—XV gs.)	—1

No visām 18—20 pūsmas krāsnīm vislabāk saglabājušās krāsnis Sēlpils Spietiņos un Asotē.

60. gadu sākumā izrakumos sēļu cilšu apgabalā Daugavas kreisajā krastā Sēlpils Spietiņos atklāja lieliskus senās dzelzs metalurģijas pieminekļus — piecas virszemes šahtveida krāsnis, no kurām trim vairāk vai mazāk saglabājušies pamati, bet pārējās sapostītas, arot zemi [40]. Krāsnis būvētas no māliem; to iekšējais diametrs 20—40 cm. Viena no tām parādīta 84. attēlā. Šahtas pamatā atrodas granītakmens, kam priekšpusē izdobts kanāls sārņu novadīšanai (tamlīdzīgs

83. att. Dzelzs ražošanas pūsmas krāšņu četrrindu «bloka» paliekas Polijā, Sventokšisku kalnu rajonā — «Slupja Stara 3» [24].

84. att. Spietiņu 4. dzelzs ražošanas pūsmas procesa krāsns [40, *10. att.*].



akmens ir vēl trim krāsnīm). Krāsns novietota dolomīta iedobumā — bedrē. Apkārt šīm krāsnīm savākts apmēram 280 kg dzelzs sārņu, bet pa visu apmetni ap 1,5 t sārņu. Pēc visa atraduma kompleksa šīs krāsnis var datēt ar II/III—IV/V gs. Viena Sēlpils Spietiņu krāsns novietota Jēkabpils novadpētniecības un mākslas muzejā.

Asotes pilskalnā atrastā virszemes un šahtveida krāsns uzbūvēta no māliem, tās iekšējais diametrs ap 0,3 m. Krāsns pamatā atrodas laukakmens ar gludu virsmu. Gaisu ievadīja no apakšas. Krāsns priekšpusē atrodas bedre ar dzelzs sārņiem (kopsvarā vairāki kg). Tā atrasta X gs. kultūrslānī [175, *15., 18., 19. lpp.*]. Tagad krāsns novietota Latvijas PSR Vēstures muzejā *(86. att.)*.

No Alberta laukumā atrastās krāsns palicis tikai pamats *(85. att.)*. Domājams, ka tā ir seno līvu pūsmas krāsns un datējama ar XII—XIII gs. [186]. Maz kas atlicis pāri arī no citām krāsnīm, piemēram, Ķentes kalnā (krāsns sienas gatavošanai lietoja dolomitizētu smilšakmeni, ko atrada Ogres upes krastā), Dignājas pilskalnā, Daugmales pilskalnā u. c.

Šajā periodā ieguva arī tēraudu ar dažādu oglekļa saturu. Tēraudu vērtēja dārgāk par dzelzi, tādēļ galvenokārt lietoja nelielas tērauda plāksnītes izstrādājumu darba daļas izgatavošanai, piemēram, nažu, cirvju, cirtņu asmeņu izgatavošanai. Melnās metalurģijas pētījumi senajā Krievzemē parādīja, ka X—XIII gs. tēraudu lietoja 8—10 reizes mazāk nekā dzelzi [220, *52., 53. lpp.*].

Viens no galvenajiem tērauda ražošanas paņēmieniem bija tā iegūšana pūsmas krāsnīs, ieturot noteiktu CO režīmu. Taču tas nenodrošināja viendabīga tērauda iegūšanu. Viendabīgāku tēraudu ieguva, cementējot dzelzs sagatavi, kricu vai arī pašu izstrādājumu. Kā liecina viduslaiku rakstiskie dokumenti un etnogrāfiskie materiāli, viens no efektīvākajiem tērauda iegūšanas paņēmieniem bija šāds: māla traukā vai ķieģeļu plāksnīšu traukā iebēra sasmalcinātas kokogles, pielika klāt sasmalcinātus dzīvnieku ragus, nagus, ādu u. c., tad ievietoja cementējamo gabalu šajā maisījumā, visu rūpīgi noslēdza no ārpuses (uzliekot vāku) un ielika uz ilgāku laiku krāsnī 900—950° tempe-

85. att. Dzelzs ražošanas pūsmas procesa krāsns paliekas Rīgā, Alberta laukumā.

ratūrā. Cementēšanas maisījuma ogleklim difundējot dzelzī, radās tērauds [220, *52., 53. lpp.*]. Pagaidām mums nav atradumu par tādām krāsnīm un traukiem, kaut gan cementācija Latvijā bija jau pazīstama II—III gs. (sk. Mazkatužu vesera apraksta 11. lpp.).

86. att. Asotes pilskalna X gs. dzelzs ražošanas pūsmas procesa krāsns [91, *24. att.*].

DZELZS SĀRŅI

Lai gan dzelzs rūda iepriekš tika sagatavota dzelzs ražošanas procesam, tā tomēr saturēja tukšos iežus, kas reizē ar rūdu iekļuva senajās pūsmas krāsnīs (tas notiek arī mūsdienu domnās). Krāsnīs rodas arī kurināmā pelni. Tukšie ieži un pelni jāizvada ārā no krāsns. To vislabāk izdarīt, ja pelnus padara šķidrus. Šim nolūkam krāsnī ieber kušņus. Ja tukšie ieži ir labi paškūstoši un krāsns tiek kurināta ar kokoglēm, kas nedod daudz pelnu, tad kušņu lietošana atkrīt.

Arheologi (ārpus Latvijas) ir atraduši pūsmas krāsnis, kurās bija nepārstrādāta šihta. Tās sastāvā bija redzami kaļķakmens gabali (dūres lielumā), kas lietoti kā kušņi [59].

Ja analizējam CaO daudzumu purva rūdā (maksimālais daudzums 2,19% [127]) un CaO daudzumu dzelzs sārņos (maksimālais daudzums 16,0%, sk. 5. tab.), tad ir pamats domāt, ka kaļķakmens lietošana bija pazīstama arī senajiem metalurgiem Latvijā.

Reducēšanas procesa laikā iegūtā dzelzs oksīda viena daļa pāriet sārņos, bet otra daļa dod metālisku dzelzi. Lai iegūtu viengabala kricu, tad krāsnī nepieciešama temperatūra ne zemāka par 1300—1400°; tad var sametināties kopā vienā masā lielāks daudzums reducēto dzelzs graudiņu [220, *40.—42. lpp.*]. Tādu temperatūru senie metalurgi arī ieguva. Taču šādā augstā temperatūrā sārņi vairāk sakarsa un vairāk sevī izšķīdināja dzelzs oksīdu (FeO). Jāpiezīmē, ka zināms dzelzs oksīda daudzums sārņos ir nepieciešams, lai rastos paši sārņi.

Pati zemākā temperatūra, kad sākas sārņošana starp galvenāko tukšo iežu piemaisījumiem — silīcija dioksīdu (SiO_2) un dzelzs oksīdu (FeO) —, ir 1130° (SiO_2 ap 42%). Ja ir klāt ap 8% kaļķu, tad temperatūra pazeminās līdz 1030°. Pārējo piemaisījumu ietekme ir neliela, jo, kā rāda 3., 4. un 5. tabulas dati, to daudzums ir visai neliels.

3., 4. un 5. tabulas dati liecina, ka

3. tabula

Latvijas PSR ZA Ģeoloģijas un derīgo izrakteņu institūtā veikto dzelzs sārņu analīžu dati (1963. gadā)

Pilskalns vai apmetne	Ķīmiskais sastāvs, %						
	SiO_2	R_2O_3*	Fe_2O_3**	CaO	MgO	P	Mn
Asote	7,54	86,70	78,54	2,54	1,52	0,39	0,06
Daugmale	8,00	87,60	83,18	2,40	1,59	0,26	0,11
Ķente, 7. pavards	23,51	70,64	63,87	3,08	Nav noteikts		
Ķentes apmetne, 39. pavards	13,76	87,76	84,15	1,32	Nav noteikts		

* Fe_2O_3 un Al_2O_3. un Al_2O_3.
** Esošais FeO pārrēķināts par Fe_2O_3.

4. tabula

Rīgas Vagonu rūpnīcā veikto sārņu analīžu dati

Pilskalns vai apmetne	Ķīmiskais sastāvs, %						
	SiO_2	FeO*	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	MnO
Dignāja	23,14	44,0	5,44	15,0	2,54	7,99	1,03
Jersika	37,34	34,9	3,52	16,0	5,21	1,83	0,77
Mežotne	50,44	37,0	4,10	5,4	1,45	0,96	0,64
Talsi	23,54	45,0	3,68	12,6	4,71	3,61	0,77

* FeO oksidēšanās dēļ iegūtais Fe_2O_3 pārrēķināts par FeO.

5. tabula

Rūpnīcā «Sarkanais metalurgs» veikto sārņu analīžu dati

Atrašanās vieta	Ķīmiskais sastāvs, %					
	SiO_2	FeO+ Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MnO	P_2O_5
Alberta laukums Rīgā	30,0	25,2	nav	<5	nav noteikts	
Raunas Tanīskalns	41,3	52,1	1,5	2,1	0,18	0,04
Spietiņi	23,0	39,5% Fe	nav	<5	0,9	nav noteikts

sārņi satur daudz dzelzs. Piemēram, Ķentes apmetnes 39. pavarda sārņi *(3. tab.)* satur 84,15% Fe_2O_3, t. i., 58% dzelzs. Tik liels dzelzs daudzums norāda uz ražošanas procesa mazražīgumu. Jāatzīmē, ka arī senajā Krievzemē, piemēram, Višgorodā, dzelzs daudzums analizētajos sārņos dažreiz pārsniedza 55% [220, *40.—42. lpp.*]. Līdzīgs stāvoklis bija arī citur, piemēram, Holandē [126, *34.—40. lpp.*].

Visi dzelzs sārņi ir skābi, jo satur lielāku daudzumu SiO_2 (7,54—50,44%). Līdzīgs stāvoklis ir arī analizētajiem senās Krievzemes 13 sārņiem (6,12—52,0%) [220, *40.—42. lpp.*] un dažādiem citiem Eiropā analizētajiem 25 sārņiem (0,10—34,93%) [126, *34.—40. lpp.*].

Liels ir arī kaļķu piejaukums. Tā daudzums ir 1,32—16,0%. Tik liels CaO daudzums nav nevienā no iepriekš minētajiem Krievzemes un Eiropas

sārņiem (pirmajos ir 1,86—5,84%, otrajos — 1,4—7,24%). Tāds palielināts CaO daudzums pazemināja sārņu kušanas temperatūru un vedina domāt, ka sārņu šķidrināšanai lietots kaļķakmens.

IZPĒTĪTO PRIEKŠMETU (IZSTRĀDĀJUMU) SKAITLISKAIS SADALĪJUMS [8, 93]

Ir izpētīti 43 dažāda veida 605 dzelzs un tērauda izstrādājumi, kas izgatavoti periodā līdz XIII gs. sākumam. Apskatītas arī pūsmas krāsnis vai to paliekas (18—20), dzelzs sārņi (11), kokogles (3), purva rūda (2) un krāsns oderējums (1). Visvairāk pētītas damascētā tērauda šķēpu smailes (267), zobeni (94), naži (49), cirvji (43), parastās šķēpu smailes (29), īleni (15), bultu smailes (10), dzelzs krici (9), izkaptis (8), dažādi stieņi (8), sirpji (7), naglas (6), pakavi (5), veseri (4), šķiltavas (4), cirtņi (4), kalēju knaibles (3), kapļi (3), šķēres (3), slīmesti (3), harpūnas (3). Pārējie izstrādājumi, kā, piemēram, vīles, krūmu naži, griežņi, urbji, caursitņi, lāpstu apkalumi, lemeša gals, jātnieka pieši, priekškaramā atslēga u. c. ir katrs vienā eksemplārā vai divos eksemplāros.

II nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LAIKĀ NO XIII/XIV GS. LĪDZ XVIII GS. SĀKUMAM

Par šo periodu mūsu rīcībā ir jau vairāki dažādu autoru raksti un piezīmes [2, 12, 119 u. c.], kur stāstīts par melnā metāla ražošanu un apstrādāšanu, it īpaši par laiku no XVII līdz XVIII gs. Ir saglabājušies arī atsevišķi arhīvu dokumenti. Mazāk ir izstrādājumu, jo muzejos to ir samērā nedaudz, un tie paši ir bez kādām vietējiem apstākļiem raksturīgām īpašībām; tie var būt ievesti no citurienes.

Vispirms sakopotas un iespēju robežās pārbaudītas literatūrā izkaisītās piezīmes un raksti, un uz sakopoto literatūras materiālu un autora izdarīto analīžu pamata doti dažu Kurzemes dzelzs manufaktūru izejmateriālu un ražojumu analīžu kopējie dati, kā arī čuguna ražošanas domnu un kricu ēžu tehniski ekonomiskie rādītāji.

Vispārējs apskats. 1226. gadā — laikā, kad vietējās ciltis vēl cīnījās pret vācu iebrucējiem, Zobenbrāļu ordeņa mestrs Folkvīns kā pirmais ieguva no Vācu Romas ķeizarvalsts ķeizara Frīdriha II monopoltiesības dažādu raktuvju ierīkošanai Livonijā, t. i., vācu iebrucēju iekarotajā Latvijas un Igaunijas teritorijā.

Lai gūtu palīdzību Baltijas iekarošanai un nostiprinātu izveidotās Livonijas starptautisko stāvokli, vācu iebrucējs Livonijas bīskaps Alberts 1207. gadā atzina sevi par Vācu Romas ķeizara vasali, un tādējādi viņš un viņa pēcteči kļuva par šīs ķeizarvalsts firstiem. Kad vietējais Livonijas ordenis atbrīvojās no Vācu ordeņa virsmestra atkarības (pēc Zobenbrāļu ordeņa sakaušanas 1236. gada 22. septembrī kaujā pie Saules tā atliekas tika pievienotas Vācu ordenim Prūsijā un radīja īpašu Vācu ordeņa nozarojumu, kas Livonijā pastāvēja ar Livonijas ordeņa nosaukumu, mantojot visas Zobenbrāļu tiesības un īpašumus), tā mestrs Pletenbergs 1530. gadā saņēma no vācu ķeizara Kārļa V raktuvju ierīkošanas monopoltiesības. 1552. gadā vācu ķeizars šīs tiesības tālāk piešķīra ordeņa mestram Gālenam [91, *79., 89., 90. lpp.;* 191, *45., 50.* un *651.* paragr. 39. nr.].

Livonijas kara rezultātā Polija dabūja tagadējo Vidzemi un Latgali (1561. g.), bet Kurzeme un Zemgale kļuva par Polijai pakļautu Kurzemes her-

cogisti, kuras pirmais hercogs bija Livonijas ordeņa mestrs Gothards Ketlers, kas saglabāja savai dzimtai arī monopoltiesības dažādu raktuvju ierīkošanā. Kopš 1629. gada, kad zviedru—poļu karā tika noslēgts Altmarkas pamiers, Vidzeme nokļuva Zviedrijas rokās, bet Latgale palika Polijai. Tā nelielā Latvijas teritorija tika sadalīta trijās daļās. Un tikai XVIII gs., pēc Ziemeļu kara, sākās Latvijas apvienošana Krievijas impērijas sastāvā [91, *153.—155., 234., 256., 292. lpp.*]. Tā kā Krievijas impērijā ar cara Pētera Lielā 1719. gada ukazu «visiem un ikvienam, kādas dienesta pakāpes vai stāvokļa tas arī būtu, tika atļauts visur, kā paša, tā svešā zemē, meklēt, kausēt, vārīt un tīrīt visādus metālus» [70, *37. lpp.*], tad radās formāli lielākas iespējas metāla ražošanā un apstrādāšanā.

AMATNIECĪBA RĪGAS PILSĒTĀ

Vairums senpilsētu vācu iebrukuma rezultātā XIII gs. bija nopostītas. Laikā no XIII līdz XV gs. tagadējās Latvijas PSR teritorijā jau izveidojās tipiskas viduslaiku pilsētas, kuru starpā centrālo vietu ieguva Rīga. Tirdzniecība, it īpaši tranzīttirdzniecība starp Krievzemi un Rietumeiropu, bija Rīgas ekonomikas svarīgākā nozare. Amatniecībai Rīgas saimnieciskajā dzīvē šajā laikā bija daudz mazāka nozīme. Lauku iedzīvotāju vajadzībām visumā pietika ar pašu zemnieku un lauku amatnieku ražojumiem. Tā kā laukos Rīgas amatnieku ražojumus patērēja gandrīz vienīgi vācu feodāļi, tad Rīgas amatnieki, to starpā arī kalēji, strādāja galvenokārt pašu rīdzinieku vajadzībām [91, *88., 89. lpp.*].

Kalēju darbnīcas atradās ārpus pilsētas mūriem — Kalēju ielā (tagadējā Rozena ielā). Pirmie ieraksti *«Libri redituum»* 1334. gadā rāda, ka šai ielā daļa namu piederējusi kalējiem, kuriem nav bijis pat sava uzvārda. Ierakstos lasām, ka namu īpašnieki ir bijuši Bernards Fabers, t. i., kalējs, Vihmans Fabers, Ludolfs Fabers, Detlefs Fabers, Borhards Fabers, Vasmods Fabers [172, *178. lpp.;* 118, *3., 57. lpp.;* 122, *3. lpp.*].

1547. gadā pēc lielā ugunsgrēka Doma baznīcas tuvumā, kad tai pieguļošā pilsētas daļa nodega, visas metālapstrādāšanas darbnīcas pārcēla tagadējā Kalēju ielā, kas arī atradās aiz pilsētas mūriem.

Tāpat kā citās viduslaiku pilsētās, arī Rīgas tirgotāji un amatnieki apvienojās ģildēs un amatos jeb cunftēs. Cunftes radās kā amatnieku cīņas ierocis pret konkurenci un pret feodāļiem. Ģilžu un amatu uzdevums bija kolektīvi gādāt par to locekļu ekonomiskajām, sociālajām un citām interesēm. Sākumā, t. i., ap XIII gs. vidu, ģildēs uzņēma visus amatniekus, nešķirojot viņu profesijas. Taču pēc apmēram simts gadiem Rīgas tirgotāji un amatnieki nodalījās savās īpašās ģildēs. Tā 1352. gadā amatnieki apvienojās Mazajā jeb Svētā Jāņa ģildē [91, *100. lpp.*].

Neilgi pēc Mazās ģildes nodibināšanas amatnieki sāka organizēties pa amatiem jeb cunftēm, lai vēl vairāk sekmētu katra aroda speciālās intereses. Tā arī Rīgas kalēji apvienojās un 1382. gadā lika rakstisku pamatu — šrāgu — savam kalēju amatam [172, *456.—460. lpp.*]. Šrāgas ievadvārdi latviski skan šādi: «Gados pēc dieva piedzimšanas tūkstoš trīssimt astoņdesmit otrā gadā, svētā bīskapa Gallusa dienā — tas ir, 16. oktobrī pēc vecā stila — mēs, Rīgas kalēji, vienojamies par to, ka ar Rīgas rātes padomu un pilnu piekrišanu iesākām un taisījām savu šrāgu» [2, *2. lpp.*].

Tolaik par kalējiem dēvēja ne tikai kalējus mūsdienu nozīmē, bet visus tos amatniekus (izņemot vienīgi zelta un sudraba kalējus un alvas lējējus), kas ar uguns un vesera palīdzību

apstrādāja metālus. Tā pēc 1382. gada statūtu papildinājumiem, kuri statūtu oriģināla beigās pierakstīti ne vēlāk par 1428. gadu, pie Rīgas kalēju amata piederēja ne tikai tagadējie kalēji (agrāk viņus sauca par rupjiem jeb pakavu kalējiem), bet arī atslēdznieki, nažu kalēji, vara kalēji, zobenu kalēji un bruņu kalēji, kuriem pirms 1578. gada pievienojās vēl kroņlukturu un zvanu lējēji [2, *3. lpp.*].

Amats gādāja par krietnu un spējīgu meistaru un zeļļu izaudzināšanu un garantēja pilsoņiem savu meistaru un zeļļu darba kvalitāti. Pirms kādu amatnieku uzņēma amatā par meistaru, tam bija stingrā uzraudzībā jāizgatavo tā sauktais meistara darbs [2, *5., 6. lpp.*].

Kalēju meistariem XIV—XVII gs. vajadzēja izgatavot šādus meistara darbus:

rupjajiem kalējiem — namdaru cirvi, kara cirvi un pakavu;

atslēdzniekiem jeb sīkkalējiem — vienu pāri piešu un kāpšļu un durvju atslēgu;

nažu kalējiem — medību nazi, dunci un maizes nazi;

vara kalējiem — trīs vara katlus;

zobenu kalējiem — trīs zobenus;

bruņu kalējiem — vienu pāri kāju bruņu un roku bruņu (cimdu), kā arī krūšu bruņas [118, *5.—7., 48., 49., 56.—60., 69., 70. lpp.*].

Šis kopējais kalēju amats, kas darbojās uz 1382. gada statūtu pamata, savus statūtus 1578. gadā atjaunoja jaunā un laika prasībām piemērotā redakcijā [117]. Atjaunotie statūti bija spēkā neilgu laiku, jo dažus gadus pēc to apstiprināšanas atslēdznieku un piešu taisītāju meistari, lai novērstu strīdus kopējā kalēju amatā un lai turpmāk uzturētu «mieru un vienprātību» amatnieku starpā, izstājās no kopējā kalēju amata un kopā ar bisu kalējiem un pulksteņtaisītājiem nodibināja savu patstāvīgu «atslēdznieku amatu» ar statūtiem, kurus Rīgas rāte apstiprināja 1593. gadā. Līdz tam lietotais kopējais zīmogs palika vecā kopējā kalēju amata rīcībā [2, *8. lpp.*; 171, *448.—455. lpp.*].

Kopējais kalēju amats pastāvēja līdz 1668. gada martam, kad no tā izstājās arī nažu, vara un zobenu kalēji līdz ar kroņlukturu un zvanu lējējiem. Tā paša gada jūnijā Rīgas pilsētas rāte apstiprināja minēto četru arodu statūtus.

Tātad kopš 1668. gada kopējā amata vietā Rīgā pastāvēja trīs atsevišķi un pilnīgi patstāvīgi amati:

1) atslēdznieku jeb sīkkalēju amats

87. att. Rīgas četru arodu amata zīmoga nospiedums.

ar 1593. gadā apstiprinātajiem un izlabotajiem 1578. gada statūtiem; pie šī amata bez atslēdzniekiem piederēja piešu, bisu kalēji un kādu laiku arī pulksteņtaisītāji;

2) četru arodu amats ar 1668. gadā grozītajiem 1578. gada statūtiem; pie tā piederēja vara kalēji, zobenu kalēji un kroņlukturu un zvanu lējēji, kuriem 1850. gadā pievienojās arī adatnieki;

3) rupjo jeb pakavu un ieroču kalēju amats ar izlabotiem 1578. gada statūtiem.

Četru arodu amata zīmoga nospiedumā *(87. att.)* redzams, ka katrs amats pārstāvēts zīmogā ar raksturīgu izstrādājumu: vara kalēji ar katlu, nažu kalēji ar nažiem un dakšiņu, zobenu kalēji ar zobeniem un

lējēji ar zvanu. Uz zīmoga atzīmētais 1653. gads nesakrīt ar četru arodu statūtu apstiprināšanas gadu, kas minēts literatūrā, t. i., ar 1668. gadu. Tas liek domāt, ka četru arodu amats bija atdalījies no kopējā kalēju amata jau 15 gadus pirms statūtu apstiprināšanas.

XVII un XVIII gs. Rīgā pastāvēja vēl viens kalēju amats, t. s. nevācu jeb latviešu rupjo kalēju amats. Jau

88. att. Rīgas latviešu kalēja amata zīmoga nospiedums.

1578. gada kopējā kalēju amata statūtos bija paredzēti seši «nevācu» kalēji, kuriem piešķīra tiesības apmesties Rīgas pilsētā un tās priekšpilsētās. Šiem latviešu kalējiem, kas kontroles ziņā bija pakļauti kopējam kalēju amatam, katram bija tiesības turēt vienu zelli un vienu mācekli. XVII gs. latviešu kalēji apvienojās savā amatā, kura statūtus Rīgas rāte apstiprināja 1665. gadā. Lai iekļūtu latviešu kalēju amatā par meistaru, kandidātam kā meistara darbs bija jāizgatavo labs cirvis, malkas cirvis un pakavs. Latviešu rupjo kalēju amats pastāvēja apmēram līdz 1787. gadam, kad to apvienoja ar cunftīgo kalēju amatu [2, *10., 11. lpp.*]. Latviešu kalēju amata zīmoga nospiedums redzams 88. attēlā.

Par kalēju amata lēmumiem, meistaru savstarpējiem strīdiem vai strīdiem ar viņu zeļļiem daudz ziņu sniedz vecākā «amata grāmata», kas iesākta 1424. gadā un kalēju amata lietošanā bijusi līdz apmēram 1530. gadam [117, *1.—16. lpp.*]. Grāmatā atzīmēti arī tam vai citam amatniekam uzliktie sodi un svarīgākie notikumi amata dzīvē.

Amats saviem locekļiem par dažādiem pārkāpumiem uzlika sodus, kurus vajadzēja maksāt daļēji naudā, daļēji vaskos (sveču izgatavošanai), un dažkārt sodītajam bija jāpiegādā uz sava rēķina līdz 1000 ķieģeļu pilsētas mūra izlabošanai [2, *7. lpp.*].

Cik liela bija visu kalēju amata meistaru skaitliskā izaugsme apmēram 500 gados pēc pieņemtā Rīgas dibināšanas laika, par to ziņas sniedz saraksts, kas sastādīts 1709. gadā pēc zviedru valdības pieprasījuma. Sarakstā uzskaitīti 11 latviešu un 33 vācu amati. Latviešu amatu starpā ir arī vietējo smago kalēju amats, kurā ir 12 vīru. Vācu amata starpā savukārt visos kalēju amatos kopā ir 56 vīri. Tātad Rīgā pie dažāda veida kalēju darbiem strādājuši 68 meistari, neskaitot zeļļus un mācekļus. Atzīmējot nacionālo norobežotību, jāsaka, ka tā nav bijusi pilnīga — daudzi latvieši bija arī vācu amatos, piemēram, smago kalēju amatā [172, *188. lpp.*].

Par metāla ražošanu un iegūšanu kalēju vajadzībām ir maz ziņu. Ir tikai zināms, ka jau pirmajā šrāgā (statūtos) noteikts, ka drīkst kalt vienīgi labu dzelzi un ogles jāiepērk mucām [172, *215. lpp.*]. Jādomā, ka sākumā, turpinot vietējās dzelzs ražošanu, vairumu dzelzs ieguva uz vietas, bet vēlāk apstrādāja galvenokārt importēto dzelzi [45, *68., 74. lpp.*].

Rīgas bronzas lējēji ir atstājuši iespaidīgus atlējumus — lielus, skaisti rotātus lielgabalus, zvanus, lukturus [36]; tas labi raksturo tālaika lējēju amata prasmes līmeni. Turpretī dzelzskalējiem tik iespaidīgu izstrādājumu nav. Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā ir gan eksponēti vai atrodas fondos tālaika zobeni, bruņas,

šaujamie ieroči, cirvji, naži, atslēgas un citi dzelzs un tērauda izstrādājumi, bet tie gandrīz visi ir bez vietējām īpatnībām un var būt ievesti no citurienes. Nav apzināts arī neviens kalēju meistardarbs.

Rīgas kalējiem savā darbā vajadzēja pielikt visu muskuļu spēku, ne tikai kaļot metālu ar veseri uz laktas, bet arī darbinot ēzes plēšas, jo nebija mehānisko veseru un citu iespēju darbināt plēšas. Rietumeiropā kopš XVI gs. sāka lietot pirmos mehāniskos veserus, ko darbināja ar ūdensrata dzinēja palīdzību, izmantojot krītoša ūdens enerģiju [80, *13. lpp.*]. Tā radās iespēja kalt lielus izstrādājumus, piemēram, strauji augošajai kuģu būvniecībai nepieciešamos lielos enkurus. Rīgā šādus ūdensratus nevarēja lietot, jo Kalēju ielai blakus plūstošajai Rīdziņas upītei nebija nekāda krituma un tā pamazām aizsērēja. Tādēļ rīdziniekiem lielākus kalumus vajadzēja pasūtīt citur, piemēram, XVII gs. otrajā pusē šādi pasūtījumi tika nodoti Baldones Dzelzsāmuru manufaktūrai, jo tur darba tehnika bija nesalīdzināmi augstāk attīstīta nekā Rīgā un darbs izmaksāja lētāk [75, *518. lpp.*].

AMATNIECĪBA MAZAJĀS LATVIJAS PILSĒTĀS

Salīdzinājumā ar Rīgu pārējās Latvijas pilsētas bija nelielas, bet Jelgava līdz XVI gs. pat bija tikai tāds panīcis miestiņš [91, *160. lpp.*]. Toties XVII gs. vidū tā sāka strauji augt un kļuva par svarīgu saimnieciskās dzīves centru Daugavas rajonā un arī Lietuvā [75, *160. lpp.*].

Visās sīkajās pilsētās, pareizāk — pilsētiņās, amatniecība, tātad arī kalēju darbs, kļuva par vācu amatnieku monopolu [91, *172. lpp.*]. Kalēju skaits un darba apjoms bija neliels. Piemēram, 1700. gadā Valmierā bija tikai divi sīkkalēji jeb atslēdznieki [55, *46. lpp.*] un XVII gs. vidū Cēsu pilsētas namnieku sarakstā atzīmēti četri sīkkalēji un smagie kalēji [54, *73. lpp.*]. Vairāk kalēju bija tikai Jelgavā [151].

XVII gs. otrajā pusē Ventspilī, Jelgavā un Liepājā Kurzemes hercoga ierīkotajās manufaktūrās kalēju skaits un darba apjoms pieauga. Šie kalēji nesastāvēja pilsētu amatnieku cunftēs.

89. att. Bauskas kalēju zīmoga nospiedums.

AMATNIECĪBA PĀRĒJĀ LATVIJAS TERITORIJĀ

Iekarotajā Latvijas teritorijā vācu feodāļi uzcēla vairāk nekā simts ordeņa, tā komturu un fogtu, bīskapu un vasaļu stipri nocietinātas mūra pilis un neskaitāmi daudz muižu [91, *88., 173. lpp.*]. Dabiski, ka šo feodāļu rīcībā bija arī kalēji, jo vajadzēja izgatavot un izlabot dažādus lauksaimniecības darba rīkus vai pat ieročus. Piemēram, pie Rēzeknes fogta 1413./14. gadā strādāja lielgabalu lējējs Hermanis Heringens [110, Bd. IV, Reg. 1953.], Ērgļu pils Talkas muižā XVI gs. 80. gados strādāja kalējs Ģirts (Gierth Kowal — poļu valodā pierakstīts amata nosaukums kā uzvārds), kas savas klaušas pildīja, strādājot muižai sava amata darbus [23, *4., 7., 10. lpp.*]. Turaidas

Starastijā Beitiņu pagastā 1584. gadā strādāja atslēdznieks Matīss (Matis Slosarz — poļu valodā pierakstīts amata nosaukums kā uzvārds) [23, *28. lpp.*]. Zviedru laiku 1638. gada revīzijas sarakstos ir Kalvju mājas Rankas, Taurupes, Ērgļu u. c. pagastos, kalējs (Jochim ein Schmied) Tūjas pagastā, atslēdznieki (kleinschmidt) Vainīšu, Vecates u. c. pagastos [47]; pētījumā par Matīšu draudzi zviedru laikā var izlasīt Briedeniešu Dzelzkaļa un Bauņu muižas kalēja Indriķa vārdus [1, *119., 124. lpp.*]. Cēsu pilsētas apkaimē 1601. gadā strādāja bisu meistars un atslēdznieks Pēteris [54, *73. lpp.*] u. c.

Lauku kalēji, kas bija pakļauti vācu feodāļu varai, bija galvenokārt latvieši. Tādēļ laukos ilgāk saglabājās latviešu terminoloģija nekā pilsētās, kur latviskos apzīmējumus sāka aizstāt vāciskie: kalves vietā sāka lietot vārdu smēde, vesera vietā — āmurs, lūkšu vietā — stangas u. c. [91, *172. lpp.*].

Kur ieguva dzelzi lauku kalēji? Jādomā, ka viņi, tāpat kā senajā Rīgā, nebija aizmirsuši pūsmas krāsni, un vajadzības gadījumā tādā krāsnī atsevišķi kalēji ražoja deficīta materiālu dzelzi, ko pārdeva arī citiem. Tikai 1532. gadā vāciešiem izdevās panākt, ka tika pieņemts lēmums, kas zemniekiem (pie tiem pieskaitāmi arī lauku kalēji) aizliedza tirgoties ar daudzām precēm, arī ar dzelzi. Tomēr nelegāli šī tirdzniecība joprojām pastāvēja [91, *103. lpp.*], jo dzelzs bija deficīta un tās izstrādājumi dārgi, piemēram, XVI gs. vidū par vienu cirvi bija jādod zirgs [45, *166. lpp.*].

Par to, ka pat pēc dzelzs manufaktūras parādīšanās Ziemeļeiropā vēl XVII—XVIII gs. neizzuda pūsmas krāsnis, liecina pētījumi par dzelzs ražošanu Zviedrijā un Somijā [233, *504.—510. lpp.*], Karēlijā un Novgorodas apgabalā [247, *29. lpp.*], Lietuvā (Rudņas sādžā) [111] u. c.

Zviedru feodālis A. Ukenšerna savu Vidzemes muižu vajadzībām (laikā no 1624. gada līdz 1654. gadam) ne tikai pirka dzelzi uz vietas, bet daļu ieveda arī no Zviedrijas [46, *13. lpp.*]. Par dzelzs pirkšanu ir norādes arī pētījumā par Turaidas pili; tajā, piemēram, atzīmēts, ka 1583. gadā pilij nopirkts tērauds par vienu florīnu un trīs podi dzelzs darba rīkiem, lai atjaunotu dzirnavas. Dzelzi pirka pils vajadzībām arī turpmākajos gados. Tās cena bija 21 grasis par vienu podu (1 florīns = 30 graši, 1 dālderis = 36 graši un pods = 20 mārciņas). Salīdzinājumam var minēt, ka viens pods linu maksāja 18—21 grasi, t. i., tikpat, cik dzelzs [23]. Tās vietas, kur dzelzi ražoja un kala ar mehānisku veseri, mēdza saukt par dzelzsāmuriem, āmuriem vai tamlīdzīgi. Vieni tādi āmuri ir atzīmēti arī 1561. gadā pie Laucītes upes ietekas Daugavā [86, *99. lpp.*].

Apskatot zviedru laika Vidzemes muižu, apgabalu un ceļu kartes [89], vai tajās nav atzīmēti tādi vietvārdi kā āmurs, ēmurs, dzelzsāmurs [53, *66., 252., 253., 282. lpp.*], bija redzama tikai viena karte — Mangaļmuižas 1683. gada karte, kur Āmuru (Hammer) mājas parādītas tieši uz Langes upītes. 1779. gada kartē Āmuru mājas nav vairs atzīmētas.

Jāsaka, ka nelielos apmēros dzelzi droši vien apstrādāja arī vara āmuros (kaparāmuros). Tādi vara āmuri bija, piemēram, Rīgas tuvumā Beberbeķos (atzīmēti 1683. gada kartē [89, 7404 f., 2087 lieta]) un Kurzemes XVII gs. vara manufaktūrās [75, *178.—181. lpp.*].

Vispārējais ekonomiskais uzplaukums Rietumeiropā XV gs. beigās un XVI, XVII gs. ietekmēja arī Latvijas ekonomisko dzīvi. Tirdzniecības uzplaukums veicināja pilsētu saimniecisko uzplaukumu: veidojās jauni amati, bet daudzi vecie sadalījās patstāvīgos amatos. XVII gs. plašāk parādījās manufaktūras [91, *183. lpp.*]. Te jāatzīmē pirmā dzelzs manufaktūra Vidzemē — Salaspilī, kā arī daudzās Kurzemes dzelzs manufaktūras *(90. att.)*.

Salaspils dzelzs manufaktūra. Par šo manufaktūru E. Dunsdorfs raksta: «Zviedrijas valdība izlietoja muitu, lai attīstītu un atbalstītu Vidzemē un Zviedrijā manufaktūru. Viens no lielākiem šāda rakstura pasākumiem bija pazīstamā Rademahera (Rīgas tirgotājs) dzelzs preču rūpnīca. Rīgā par dzelzs precēm, kādas izgatavoja Rademahers, muita bija ap 25% no vērtības, bet 1668. gadā Rademahers panāca, ka muitu paaugstināja uz 50%. Tā kā šāda prohibitivā muita valsts kasei deva jūtamus zaudējumus un Rademahera rūpnīcas kapacitāte nebija pietiekoša, muitu 1669. gadā atkal pazemināja līdzšinējā līmenī.

Rademahers ar 1654. gada privilēģiju Salaspilī bija nodibinājis dzelzs manufaktūru, misiņa lietuvi un tērauda preču rūpnīcu, nodarbinot savā pasākumā 30 meistaru un kā mācekļus 100 kareivju. Viņam bija tiesības ievest bez muitas vajadzīgo dzelzi un izvest bez muitas savus ražojumus. Rīgā Rademahera ražojumiem bija piešķirtas monopola tiesības. Krievu iebrukuma dēļ Rademahers 1658. gadā savu pasākumu pārcēla uz Zviedriju, nodibinot vēl tagad plaukstošo Eskilstūnas dzelzs un tērauda preču rūpnīcu. Salaspilī pēc krievu kara atjaunoja pasākuma nodaļu, kuras darbība nebija visai plaša» [48, *82., 83. lpp.*].

Kurzemes dzelzs manufaktūras. Pie vecākajām Kurzemes dzelzs manufaktūrām pieder 1596. gadā Kurzemes hercoga Vilhelma dibinātā dzelzs apstrādāšanas dzimtbūtnieciskā manufaktūra Turlavā, kur lēja lielgabalus un kala naglas, izmantojot kā no citurienes ievesto, tā arī vietējo purva rūdu [91, *166. lpp.*]. 1596. gadā hercogs Vilhelms izveda no Turlavas uz Holandi 11 birkavu dzelzs izstrādājumu, 1605. gadā — 22 000 kuģa naglu, 1615. gadā — 38 000 kuģa naglu [75, *12. lpp.*]. Lielāku nozīmi šī manufaktūra ieguva ap XVII gs. vidu.

XVII gs. vidū Kurzemes hercogistē bija vērojams ekonomisks uzplaukums. Hercogs Jēkabs prasmīgi izmantoja Trīsdesmitgadu kara (1618.—1648. g.) radītās ekonomiskās grūtības Rietumeiropā un izdevīgi pārdeva tur lauksaimniecības un rūpniecības ražojumus. No eksportā iegūtajiem līdzekļiem ievērojama daļa tika ieguldīta Kurzemes rūpniecības izveidošanā. Hercoga Jēkaba laikā tika ierīkoti čuguna cepļi (domnas), enkuru un naglu kaltuves, lielgabalu un zvanu lietuves, ieroču darbnīcas u. tml., kur izmantoja dzimtļaužu darbaspēku, kā arī algotus strādniekus. Līdzās ārzemju meistariem, kas strādāja uz līguma pamata, hercoga manufaktūrās kā algoti strādnieki un meistari strādāja arī vietējie zemnieki un no muižām aizbēgušie dzimtļaudis [91, *193., 194., 199. lpp.*].

Pēc Vestfāles miera līguma kara laikam pielāgotā rūpniecība nonāca bezizejas stāvoklī. Lai rastu tirgu rūpniecības ražojumu noietam un lēti iegūtu koloniju preces, hercogs Jēkabs metās koloniālās dēkās. 1651. gadā viņš nopirka Āfrikā, Gambijas upes grīvā, Andreja salu un zemes gabalu tās pašas upes krastos. Gadu vēlāk hercogs Jēkabs nopirka arī netālu no Dienvidamerikas krastiem atrodošos Tobago salu. Tomēr panākumi bija īslaicīgi, jo angļi sagrāba savās rokās Kurzemes hercoga kolonijas. Sabrukumu arī veicināja jaunais zviedru—poļu karš. Tas uzskatāmi pierādīja, ka Latvijas teritorijā nav iespējama rūp-

niecības attīstība, ja tā ir atrauta no plašā Krievijas tirgus. To saprata arī hercogs Jēkabs, taču šādus tirdzniecības sakarus traucēja tas apstāklis, ka ar Krieviju nebija kopēju robežu [91, *198. lpp.*]. Ziemeļu karš un mēris iznīcināja visus palikušos uzņēmumus un vairumu amatnieku [91, *268. lpp.*].

Kurzemē pastāvēja šādas dzelzs manufaktūras:

90. att. Vidzemes un Kurzemes dzelzs manufaktūru atrašanās vietas.

Ventspilī pie kuģu būvētavas (1638.—1718. g.),

Turlavā (ap 1646.—ap 1658. g.),

Skrundā (ap 1647.—1702. g.),

Talsu Dzelzsciemā (ap 1648.—ap 1658. g.),

Baldones Dzelzsāmuros (ap 1648.—1705. g.),

Jelgavā (ap 1650.—1720. g.),

Emburgā (ap 1650.—1685. g.),

Biržos (ap 1650.—1710. g.),

Ēdā (ap 1650.—ap 1715. g.),

Rendā (ap 1650. — ar lielu pārtraukumu līdz apmēram 1910. g.),

Lutriņos (ap 1650.—ap 1702. g.),

Kabiles Upesmuižā (ap 1650.—ap 1658. g. un ar lielu pārtraukumu arī XIX gs. beigās un XX gs. sākumā),

Vecmuižas Riežos (1654.—1710. g.).

Liepājā pie kuģu būvētavas (1677.—ap 1710. g.),

Engurē, vēlāk Uguņciemā (1679.—ap 1780. g.).

Dati par šo manufaktūru čuguna cepļu un darbnīcu skaitu sniegti 6. tabulā.

Visas manufaktūras (izņemot Liepājas un Engures) tika stipri izpostītas 1658. gada rudenī, kad Kurzemē iebruka zviedru karaspēks, un dažas no tām vairs netika atjaunotas. Lielākās manufaktūras atjaunoja 1661. gadā [75, *167. lpp.*]. Manufaktūras atradās galvenokārt pie upēm tādās vietās, kur varēja izmantot ūdens enerģiju.

Ventspilī hercogs Jēkabs ierīkoja galveno kuģu būvētavu. Tā atradās Ventas kreisajā krastā pilsētas augšpusē. Būvētava bija samērā plaša — tajā varēja vienlaikus būvēt piecus un pat vairāk kuģu. Darba sākumā ataicināja holandiešu kuģu meistarus, vēlāk arī vācu meistarus. Taču ārzemniekiem bija jāmaksā lielas algas, kamēr pašu pavalstniekiem varēja mak-

sāt mazāk. Bez tam ārzemnieki kara laikā bieži vien atstāja darbu un tādējādi traucēja darba gaitu. Lai to novērstu, hercogs Jēkabs 1661. gadā izdeva rīkojumu, ka «pamazām jāatlaiž svešie amatnieki un Kurzemes pavalstnieki jāapmāca, lai viņi varētu tos pašus darbus izpildīt. Ar to nākotnē nebūs vajadzības maksāt tik lielas algas» [75, *149., 150., 158., 159. lpp.*; 119, *249. lpp.*].

Kalējiem kuģu būvētavā bija jāizgatavo apkalumi, jāpiestiprina metāldaļas, sevišķi dibenplāksnes, jāizlabo enkuri, jāizgatavo kuģa naglas un darba rīki. 1660. gadā tur strādāja astoņi kalēji (pieci latvieši un trīs vācieši, pie kam visiem latviešiem gadā, divi — 144 florīnus un viens — 72 florīnus gadā; toties viens vācietis saņēma 480 florīnus, viens — 216 florīnus un divi — katrs 186 florīnus gadā) un pieci naglu kalēji (četri latvieši, kas katrs strādāja par 128,5 florīniem un viens vācietis par 264 florīniem gadā). 1693. gada Jāņos kuģu būvētavā strādāja viens kalēju meistars, deviņi kalēji, viens naglu kalēju meistars, četri naglu kalēji.

Samazinoties darba apjomam, 1698. gadā atlaida četrus kalējus un vienu naglu kalēju, bet viens naglu kalējs bija jau miris. Kad būvētavai nebija vairs darba un amatnieki nesaņēma algu, tie cits pēc cita aizgāja, un 1718. gadā kuģu būvētava izbei-

6. tabula

Kurzemes dzelzs manufaktūru čuguna cepļi (domnas) un darbnīcas

Vietas nosaukums	Čuguna cepļi (domnas)	Enkuru kaltuves	Naglu kaltuves	Lielgabalu lietuves	Sautešu darbnīcas	Tērauda cepļi	Zvanu lietuves	Urbtuves (virpotavas)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ventspils	—	1	1	—	—	—	—	—
Turlava	1	—	1	1	1	—	—	—
Skrunda	1	—	1	1	1	—	—	—
Talsu Dzelzsciems	1	—	—	—	—	—	—	—
Baldones Dzelzsāmuri	1	1	1	1	—	—	—	1
Jelgava	—	—	—	—	—	1	—	—
Emburga	1	—	—	—	—	—	—	—
Birži	1	1	1	1	—	1	—	1
Ēda	1	1	—	1	—	—	1	1
Renda	1	—	1	—	—	—	—	—
Lutriņi	1	—	—	1	—	—	—	—
Kabiles Upesmuiža	1	—	—	—	—	—	—	—
Vecmuižas Rieži	1	—	1	1	—	—	1	—
Liepāja	—	—	1	—	—	—	—	—
Engure un Ugunciems	1	1	1	1	—	—	1	1
Kopā	12	5	9	8	2	2	3	4

kopā maksāja 33 florīnus, bet vāciešiem — 57 florīnus). 1671. gada rudenī kuģu būvētavā bija nodarbināti 11 kalēji (to starpā septiņi latvieši, no kuriem četri saņēma 168 florīnus dza darbu, bet amatnieki izklīda. Ventspilī palikušie kuģu būvētavas strādnieki algas vietā saņēma zemi [75, *160.—162. lpp.*; 119, *221. lpp.*].

Ventspils kuģu būvētavas kalēji

daļu materiālu saņēma gatavu no citām manufaktūrām: no Baldones Dzelzsāmuriem lielās kuģa naglas, lielos enkurus, darba rīkus, no Ēdas lielos enkurus, no Engures un Biržiem stieņu dzelzi [119, *222. lpp.*].

Lai ražotu kuģu būvētavai vajadzīgo melno metālu uz vietas, hercogs Jēkabs 1646. gadā sūtīja Ventspilī strādājošo kalēju Heinrihu Gertneru uz Vāciju un uzdeva viņam tur «saderēt» hercoga vajadzībām kalnraci, lielgabalu lējēju un stieņu kalēju. H. Gertneram izdotās pases teksts bija šāds:

«No dieva žēlastības Mēs, Jēkabs, Kurzemes un Zemgales hercogs Livonijā, ar šo paziņojam, ka Mēs šīs pases uzrādītāju, Mūsu uzticīgo Heinrihu Gertneru, stieņu kalēju, esam sūtījuši uz Braunšveigu un apkārtnes vietām uzmeklēt un pārvest sev līdz kādu kalnracēju, kas prastu uzmeklēt rūdu, kādu lielgabalu lējēju un kādu stieņu kalēju, kas prastu kausēt. Visu, ko viņš būs apsolījis, hercogs arī atzīs un pareizi izmaksās. To apstiprinām ar Mūsu pašrocīgu parakstu un uzspiesto firsta zīmogu.

Rakstīts Jelgavā, 1646. gada 28. aprīlī. Jēkabs» [75, *165. lpp.*].

Jau nākamajā 1647. gadā kalnracis sāka meklēt rūdu visā Kurzemē, arī privātās muižās, jo hercogs bija mantojis tiesības meklēt rūdu visā hercogistē [119, *244. lpp.*].

Turlavas dzelzs manufaktūra atradās Turlavas Rūšos. Gar Rūšu mājām tek no blakus esošā ezeriņa neliela upīte ar labu kritumu uz Turlavas pusi.

Šajā manufaktūrā kā amatnieki 1648. gadā tiek minēti:

Amatnieki	Alga	Deputāts
Čuguna cepļa meistars (Ansis)	187 fl. 20 gr.	12 pudu rudzu, 6 mucas kroga alus, pa 1/4 mucas un 6 šoki reņģu un mencu, 5 sieki siera, 1 puds un 5 mārc. sviesta, pa 2 pūri miežu un griķu putraimu, 3 pūri zirņu, 1 piena govs
Kausētājs	101 fl.	12 pūru rudzu, 20 pūru iesala (alus vietā), pārējo pēc cepļa meistara deputāta
Rūdas racējs	20 fl.	7 pūri rudzu, 10 pūru iesala, 1 pods apiņu, pārējo pēc cepļa meistara deputāta
Divi šautenu meistari (bisenieki)	pa 20 fl.	to pašu
Kalējs Indriķis	15 fl.	6 pūri rudzu, pārējo to pašu
Divi kalēji, Indriķa brāļi	20 fl.	to pašu
Vesera puisis	20 fl.	7 pūri rudzu, pārējo to pašu

Kā redzams, tad Turlavā strādājis rūdas racējs (meklēja un raka purva rūdu), čuguna cepļa meistars (no purva rūdas ražoja čugunu, no čuguna — dzelzi un tēraudu un lēja lielgabalus), kausētājs (palīdzēja cepļa meistaram), kalēji un vesera puisis

(strādāja dažādus kalšanas darbus, piemēram, kala naglas, stieņus, musketu stobrus, zāģa sloksnes, darba rīkus u. c.) un šauteņu meistari (urba, apdarināja un apslīpēja musketu stobrus, ko sūtīja uz Skrundu). Turlavas dzelzs manufaktūra apgādāja arī citas manufaktūras, sevišķi zāģu gaterus Ventas baseinā, ar darba rīkiem. Tai vajadzēja pārstrādāt arī otrreizējo metālu [75, *177., 178. lpp.*].

Literatūrā ir norādīts [75, *390. lpp.*], ka Skrundas dzelzs manufaktūra bija iekārtota Cieceres upes krastā pie Pavāriem un Kliņģiem (t. i., Ventas labajā krastā), taču jāpiezīmē, ka autors atradis daudz dzelzs sārņu Ventas kreisajā krastā starp Skrundas septiņgadīgo skolu un vecajām dzirnavām (nedaudz augšup no ordeņa pils un jaunā tilta vietas).

Bez darbnīcām, kur atlēja lielgabalus un kala naglas (kad nodibināja Liepājas kuģu būvētavu, tad naglas sūtīja uz Liepāju), Skrundā bija arī sava šauteņu darbnīca. Darbnīcā strādāja trīs šauteņu meistari uz līdzīgiem noteikumiem. Šie meistari piederēja pie atslēdznieku (sīkkalēju) cunftes, bet amatmeistari viņus boikotēja (sevišķi Jelgavā), jo viņi apmācīja sev par palīgiem un strādniekiem arī latviešus.

Šauteņu meistaru darbu raksturo kāds 1648. gada līgums ar meistaru Runaiti (tulkots no vācu valodas):

«Par katru labi kaltu un neplaisājošu stobru viņam izmaksās 6 grašus; par stobriem, kuri pārsprāgtu, viņam nenākas nekas, un tie viņam jāpārstrādā. Katru nedēļu viņam jānodod 24 musketu stobri. Katra stobra izgatavošanai viņam Ventspilī izsniegs 12 mārciņas dzelzs un darbam ierīkos slīpētavu (Schliefmühle) pie pulvera dzirnavām. Musketu stobri jānodod saskrūvēšanai Kuldīgas atslēdzniekiem. Meistars saņems kā gada algu 65 dālderus un uzturam 3 dālderus mēnesī.»

Spriežot pēc līguma, darbnīcā gadā bija jāražo vismaz 3744 stobri (24 stobri × 52 nedēļas × trīs meistari), taču patiesībā meistari izgatavoja mazāk, jo stobriem ņēma zviedru dzelzi un tādēļ meistari bija atkarīgi no izejmateriālu krājumiem [75, *166.—168. lpp.*; 119, *273. lpp.*].

Talsu Dzelzsciemā atradās tikai čuguna ceplis, kas strādāja apmēram desmit gadus. Zviedri tā nopostīja čuguna cepli, ka tagad tā atrašanās vietu — kalniņu pie Dzelzupītes (apmēram 0,5 km no Talsu—Ratnieku ceļa un Dzelzupītes krustojuma vietas, lejup pa Dzelzupīti kreisajā krastā) grūti saskatīt. Cepļa vajadzībām purva rūdu raka tuvējās Rūsu un Jaunkoru pļavās. Cepļa darbā piedalījās Talsu un Engures iecirkņu dzimtcilvēki [75, *168. lpp.*].

Baldones Dzelzsāmuri bija viena no lielākajām dzelzs manufaktūrām Kurzemē un atradās Misas upes kreisajā krastā (pie tagadējās Dzelzsāmuru mežniecības). Vēl mūsu gadsimta sākumā tur (augšpus tilta) bija saglabājies čuguna ceplis, kas tika izmantots kā skurstenis dzīvojamai ēkai (Dzelžnams), kurā dzīvoja mežniecības strādnieku ģimenes *(91. att.)*. Ēka tika nojaukta 1930. gadā. Tagad šajā vietā atrodas daudz dzelzs sārņu un neliels uzkalniņš ar cepļa atliekām.

Daudz dzelzs sārņu ir arī upes labajā krastā uz Rīgas—Vecmuižas šoseju vedošā ceļa malās. Vēl vairāk dzelzs sārņu ir upes kreisajā krastā (apmēram 0,5—1,0 km augšpus tilta), tie redzami pat uz vienas saliņas. Ievērojot to, ka apmēram 0,5 km augšpus tilta atradies vecs dambis un ka lejpus dzelzs sārņu saliņas redzami seni ozola aizsprosta stabi, un upei tur, tāpat kā pie tilta, ir palielas krituma vietas (krācītes), var teikt, ka nav bijis tikai viens čuguna ceplis (pie tagadējā tilta), bet manufaktūras pastāvēšanas laikā tikuši ierīkoti cepļi arī līdz 1 km augšup kreisajā krastā (domājams, ka reizēm strādājuši divi trīs čuguna cepļi).

Vēl jāatzīmē, ka tilta galā, pretī nojauktā cepļa vietai — otrā pusē ceļam, atrodami sagādātās purva rūdas gabali, un cepļa dienvidu pusē ierīkotajos sakņu dārzos ir daudz kokogļu

91. att. Baldones Dzelzsāmuru čuguna cepļa (domnas) atliekas 1929. gadā [94].

smalkumu (tur atradusies lietuve). Enkuru kaltuves un virpotavas (urbtuves) vietu pagaidām nevar precīzi noteikt. Naglu kaltuve bija šķirta no enkuru kaltuves. Tā, domājams, atradusies tagadējās mežniecības ēkas rietumu pusē.

Čuguna ceplī (domnā) no purva rūdas ražoja čugunu, ko pārkausēja lietuves ceplī un atlēja galvenokārt lielgabalus, rokasgranātas, lielgabalu lodes, katlus, grāpjus ar un bez vākiem. No čuguna dzelzi neražoja, jo konstatēja, ka no tā iegūtā dzelzs ir trausla (vainoja it kā «trauslo» purva rūdu). Kaltuves vajadzībām dzelzi ieveda no Talsiem, Zviedrijas un vēlāk no Engures.

Dzelzsāmuru purva rūdas analīzes dati *(8. tab.)* rāda, ka tajā ir daudz fosfora (1,24%), kas, daļēji pārejot dzelzī, padara metālu trauslu parastā vai zemā temperatūrā. Jāatzīmē, ka senāk ne vienmēr prata labi atbrīvot dzelzi no fosfora purva rūdas—čuguna — dzelzs procesā, bet to prata purva rūdas—dzelzs procesā (pūsmas krāsnī) [233, *510. lpp.*]. Dzelzsāmuru čuguna ceplī ir arī atliets analizētais lielgabals un lode, kuri satur lielāku fosfora daudzumu — 1,0—1,65% *(11. tab.)*.

Manufaktūras uzplaukuma laikā tur ražoja katru gadu ap 1400 birkavu čuguna, izlietojot ap 10 000 mucu purva rūdas. Purva rūdu raka turpat blakus manufaktūrai Misas upes krastos (1200 mucu), Vecmuižas Zvirgzdes purvos (3000 mucu), Vecsaules Dzellaužos (1800 mucu), Jaunsaules purvos (3000 mucu), Vallē (900 mucu) un Iecavā (100 mucu). Cepļi strādāja nepārtraukti un diennaktī ražoja sešas mucas čuguna, izlietojot kā kurināmo 72 mucas kokogļu. Kušņiem lietoja kaļķakmeni, ko ņēma no tuvākās apkārtnes, piemēram, no Iecavas. Muca purva rūdas maksāja sešus grašus. Darbaspēks, ieskaitot šķūtis, izmaksāja 1800 florīnu gadā.

Pēc zviedru karaspēka postījumu likvidēšanas atjaunotās manufaktūras priekšgalā stājās zviedru inspektors Bengts Strēms (Ström), kuram tika padotas visas manufaktūras, izņemot Ventspils, Skrundas un Edas. Manu-

faktūrās bija zviedru organizācijas veids.

B. Strēma gada alga bija 600 dālderu (1800 florīni) un 1 lasts auzu (60 florīnu vērtībā). Dzelzsāmuros strādāja vairāki zviedru amatnieki: stieņu kalējs Hibenets ar astoņiem dēliem, kuriem algas vietā piešķīra nelielu muižiņu (Ibenetes muižiņu, kas atrodas netālu no Dzelzsāmuriem upes lejtecē, labajā krastā), stieņu kalējs Mihaels Martins ar trim dēliem, veidotājs Millers ar trim dēliem, čuguna cepļa meistars (Mastmeister) Andersons, būvmeistars Tisjē, plēšu meistars Bloms un ogļudeģis Klauss. Virpotavā (urbtuvē) un naglu kaltuvē strādāja vācieši — 1655. gada 5. maijā tur darbojās naglu kalējs Jēkabs Zingers. Literatūrā pieminēti arī latvieši. Ir ziņas, ka 1662. gadā nomiris stieņu kalējs Paunu Jānis, kas apglabāts Iecavas baznīcā.

Latviešu kalējiem pirms stāšanās darbā bija jādod zvērests, kura tekstu sastādījis pats hercogs. Piemēram, ap 1677. gada janvārī šajā manufaktūrā nozvērināts kāds stieņu kalējs un kāds naglu kalējs Jānis no Strazdu mājām; zvēresta teksts ir šāds:

«Es, Strazde Jahn, swere tam wissu waldigam Deewam unde manam cenigam lele Kungam, ka winsch man par Wagger wirsu sawa Selsu namma celis, kad es pee to darbu taisne ende gohdige gribbu siewot, kas man nakas taisne stradat, to darbe ende darbenekas uzslokot, to selse, kas top edoot, ne preksch man, neds preksch swessam gribbu iskalt, ne pardot, to naglu, kas top iskalt, gribbu muischkungam edoot, tik tescham ka man Deews lieds ende saus ewets wards» [119, *243. lpp.*].

Lai zvērests būtu svinīgāks, tad pēc šāda ievada zvēresta devējam bija jānotupstas uz labā ceļgala un ar kreiso kāju jāstāv uz oļiem. Kreisajā rokā bija jātur balts spieķis, bet uz galvas viņam uzlika zaļu velēnu, jo, ja zvēresta devējs nebūs uzticīgs, tad kļūs stīvs kā spieķis un cietс kā akmens, bet, ja turēs zvērestu, tad zels un plauks.

1677. gada sākumā manufaktūra tika novērtēta par apmēram 6000 dālderiem. Strādniekus sūtīja dažas tuvējās muižas — ik nedēļas 16 1/3 zirdziniekus no katriem 20 arkliem. Gadā klaušinieki piegādāja manufaktūrai malku, purva rūdu un kaļķakmeni pēc šāda sadalījuma:

muižas	malka (kubikasis)	purva rūda (mucas)	kaļķakmens (mucas)
Baldone	100	400	—
Vecmuiža	1000	1000	—
Jaunsaule	1000	1000	—
Vecsaule	600	600	—
Iecava	—	34	480
Valle	300	300	—
Kopā	3000	3334	480

Daļu no piegādātās malkas patērēja arī stikla manufaktūra, kaļķu ceplis, naglu kaltuve, dažreiz daļu uzglabāja nākamajam gadam. Tieši čuguna cepļa un liešanas cepļa vajadzībām patērēja gadā līdz 2000 kubikasu malkas. Katru dienu ceplis patērēja 12 lastu (24 mucas) kokogļu un ieguva divas mucas čuguna (Engurē ieguva trīs mucas). Pirms 1677. gada patērēja līdz 5800 kubikasu malkas. Rēķinot par katra arkla sūtīto strādnieku darbu 30 dālderu, par visiem strādniekiem, ko muiža sūtīja, gadā bija jāmaksā 600 dālderu. Malkas cena bija pus dāldera par vienu kubikasi (gadā 1000 dālderu), bet muca purva rūdas vai kaļķakmens maksāja sešus grašus (gadā 254 dālderus).

Stieņu dzelzi pārdeva par astoņiem dālderiem birkavā [čugunu — par 9—15 dālderiem (vidēji par 10 dālderiem) birkavā]. Tā Rīgai pārdoti trīs un sešu mārciņu lielgabali par 15 dālderiem, granātas par deviņiem dālderiem birkavā. Tādi atlējumi kā divarpus mucu katls maksāja 17 dālderu, pusotras mucas katls — 10 dālderu, 10 stopu grāpis ar vāku — trīs dālderus, trīsarpus stopu miezeris — 1 dālderi u. tml.

Kad XVII gs. beigās izrādījās, ka manufaktūra sāka nest zaudējumus, hercogs to kopā ar citām manufaktū-

rām 90. gados izrentēja B. Strēmam par 5500 dālderiem gadā. 1710. gadā, lielā mēra laikā, Baldones Dzelzsāmuru manufaktūra izbeidza darbību [16, *238. lpp.;* 33, *66., 67. lpp.;* 43, *66. lpp.;* 52, *145., 146. lpp.;* 75, *168.—170. lpp.;* 119, *243.—251. lpp.;* 165a, *6. lpp.;* 189].

XVII gs. vidū Jelgava sāka strauji augt un kļuva par svarīgu saimniecisku centru. Arī Jelgavas kalēji, tāpat kā Rīgas amatnieki, apvienojās savās cunftēs, un XVII gs. sākumā rāte apstiprināja viņu statūtus: atslēdznieku (sīkkalēju) statūtus 1611. gadā, rupjo kalēju — 1637. gadā [151]. Šie cunftu kalēji vēlāk sīvi cīnījās ar hercoga amatniekiem, kas nesastāvēja viņu cunftēs. Piemēram, lielgabalu lējējs V. Fohtenbergers 1683. gadā sūdzējās hercogam, ka sīkkalēji viņu apmelojuši [75, *168. lpp.;* 165b, *16.—19. lpp.*].

Jelgavas dzelzs manufaktūra bija specializējusies tērauda ražošanā (par izejmateriālu izlietoja stieņu dzelzi), kā arī tērauda izstrādājumu, sevišķi cirvju, zobenu, atsevišķu musketu daļu, gatavošanā. Jādomā, ka tēraudu ražoja dzelzs cementēšanas krāsnīs, kuras jau tolaik lietoja Rietumos [74, *97. lpp.*], vai arī atsevišķās kalēju ēzēs *(96. att.)*.

Manufaktūra atradās pie Jelgavas pilsētas senā vaļņa grāvja, tagadējā tirgus laukuma tuvumā (pie senajiem Ūdens vārtiem), un to bieži apmeklēja pats hercogs Jēkabs.

Kokogles veda ar šķūtīm no attālām vietām (no Baldones, Iecavas, Tukuma un Engures). Bez algas un

92. att. Emburgas skats ap 1661. gadu, vidū čuguna ceplis [195].

uztura amatnieki vēl saņēma vienu dālderi par katru centneru tērauda, bet viņu palīgi dabūja nelielu piemaksu. Tērauda izstrādājumus izveda caur Liepāju uz Franciju un Holandi.

Manufaktūra izbeidza darbu ap 1720. gadu, jo darbojās vairs tikai Engures manufaktūra un no šīs samērā tālās vietas (ap 10 jūdzes no Jelgavas) neatmaksājās vest visus izejmateriālus [52, *146. lpp.;* 75, *176. lpp.;* 87, *20. lpp.;* 119, *265., 266. lpp.;* 189].

Emburgas manufaktūra *(92. att.)* ražoja tikai čugunu. Tā bija it kā Baldones Dzelzsāmuru nodaļa. Emburgā gatavotos izstrādājumus sūtīja uz

Dzelzsāmuru noliktavām vai veda tieši pa Lielupi uz Jelgavu pārdošanai [75, *171. lpp.*].

Biržu Dzelznams jeb Jēkabpils Dzelznams atradās pie Susējas upes (augšpus dzelzceļa nozarojuma). 1959. gada vasarā spridzinot padziļināja šajā vietā upes gultni, un abi krasti 100—120 m garā posmā tika nobērti ar sārņu gabaliem, čuguna šļakatām, purva rūdas gabaliem, atlējumu fragmentiem, ielietņiem un pat čuguna lodēm.

Pēc 1660. gada atjaunoto manufaktūru nodeva B. Strēma pārziņā. Tajā uzbūvēja čuguna cepli (Mastofen) un lietuves krāsni (Schmelzofen), ko iekārtoja pēc zviedru parauga. Bez tam tur bija enkuru kaltuve, naglu kaltuve (Salas Naglās), tērauda ceplis un virpotava (urbtuve).

Četras muižas sūtīja uz manufaktūru ik nedēļas klaušu strādniekus — 12 zirdziniekus un 12 kājniekus. Manufaktūrai klaušinieki piegādāja gadā malku, purva rūdu un kaļķakmeni no šādām vietām:

muižas	malka (kubikasis)	purva rūda (mucas)	kaļķakmens (mucas)
Birži	1000	1000	—
Sece	1000	1000	—
Dubna	—	600	400
Sērene	—	400	200
Kopā	2000	3000	600

No pievestās malkas daļa bija jāatdod stikla manufaktūrai. Sākumā dzelzs manufaktūra patērēja gadā 9000 mucu purva rūdas (no Biržiem un Seces pa 3000 mucām, no Dignājas ap 1800 mucu un no Sērenes ap 1200 mucu), no kuras ieguva 1800 mucu (t. i., ap 1800 birkavu) čuguna. Valdīja uzskats, ka Biržos pārstrādā bagātāku un labāku purva rūdu nekā Baldonē. Jāsaka, ka arī 8. tabulā dotie abu vietu purva rūdas paraugu analīzes dati apstiprina šo uzskatu. Ražojumus veda galvenokārt uz Rīgu, Krieviju, Latgali, Lietuvu un Augšzemi. Taču tālais transports sadārdzināja ražojumus un, piemēram, kad sūtīja 65 birkavus dzelzs uz Rīgu, nevarēja vairs dabūt astoņus dālderus par birkavu (kā Baldones Dzelzsāmuros), bet tikai septiņus. 1671. gadā manufaktūras ienākumi (455 dālderi) bija tikai nedaudz lielāki par amatnieku algām (400 dālderi), jo ražošanas apjoms salīdzinājumā ar darbības sākumu bija gandrīz trīs reizes samazinājies. Vēlāk manufaktūra ražoja vēl mazāk produkcijas.

1699. gadā B. Strēms atteicās no rentes līguma, un to saņēma kāds kurzemnieks Velings, kas tur nodarbināja beļģu amatniekus, bet viņa saimniekošana arī nebija veiksmīga.

Manufaktūra tika nopostīta 1709. gada pavasarī, kad Susējas upes ledus iešanas laikā aizsprosts tika pārrauts un manufaktūras ēkas un iekārta sagrauta. Nākamajā gadā, kad gribēja manufaktūru atjaunot, izplatījās mēris, un reizē ar cepļa meistaru Depjē nomira visi beļģu (valoņu) amatnieki līdz pēdējam vīram. Par manufaktūras atjaunošanu neviens vairs nedomāja [52, *143. lpp.*; 75, *171., 172. lpp.*; 119, *224., 252.—254., 271. lpp.*].

Ēdas dzelzs manufaktūra atradās netālu no Kuldīgas, Ventas augšteces labā krasta pietekas Ēdas upes krastā (augšpus jaunā tilta). XVII gs. 70. gados tā kļuva par lielāko manufaktūru visā Kurzemē. Tā kā Ēdas dzelzs manufaktūra atradās tuvu Kuldīgai un lētam ūdens transporta ceļam uz Ventspili, tās īpašnieks varēja visus savus ražojumus viegli pārdot. Tur darbojās čuguna ceplis, enkuru kaltuve, lielgabalu lietuve, zvanu lietuve un virpotava (urbtuve). Blakus atradās arī citas manufaktūras — vara manufaktūra, zāģu gateris — un vesels amatnieku miestiņš.

1677. gadā amatnieki Ēdā apdzīvoja atsevišķas mājas. Atsevišķi atradās noliktavas kokmateriāliem, čugunam, stieņu dzelzij, purva rūdai, gatavajai produkcijai, malkai u. tml., kā arī zirgu staļļi un mītnes vairāk nekā simts klaušu strādniekiem, kas tika

sūtīti uz Ēdu darbā. Saskaņā ar hercoga pavēli apkārtējās muižas sūtīja uz Ēdu 45 zirdziniekus (10 no Skrundas, pa pieciem no Vārmes, Rendas, Kuldīgas Kalnamuižas, Lutriņiem, Saldus, Matkules un Turlavas) un 100 kājniekus (pa pieciem no Matkules un Tigves, pa 10 no Vārmes un Tadaikiem ar Durbi, 20 vaļiniekus no Kuldīgas, pa 25 no Ventspils un Zūrām).

Manufaktūru pārzināja rūdas fogts (Erzvogt) un viens darbvedis. Tajā strādāja deviņi vācu un holandiešu amatnieki: viens čuguna cepļa meistars (Mastmeister) ar diviem zeļļiem, viens lielgabalu veidotājs ar diviem palīgiem un trīs lielgabalu urbēji (Stückbohrer). Zviedru tur nebija. Ēdas manufaktūra kļuva par vislabāko un vislielāko Kurzemē un strādāja ar pilnu jaudu, līdz to Ziemeļu karā sagrāva.

Manufaktūras ražotspēju labi raksturo saglabājušās ziņas par laiku no 1667. gada 8. janvāra līdz 8. maijam *(7. tab.)*. Minēto ražojumu izgatavošanai izlietoja ap 700 birkavu metāla, kura iegūšanai patērēja 1685

7. tabula

Ēdas dzelzs manufaktūras ražojumi laikā no 1667. gada 8. janvāra līdz 8. maijam

Nosaukums	Skaits	Svars		
		birkavi	podi	mārciņas
Sešmārciņu lielgabali	2	12	—	—
Četrmārciņu lielgabali	8	32	—	—
Divmārciņu lielgabali	18	36	—	—
Sešpadsmitmārciņu granātas	143	5	14	8
Rokas granātas	1692	5	—	—
Astoņmārciņu lielgabalu lodes	3482	69	19	18
Sešmārciņu lielgabalu lodes	3133	46	12	16
Četrmārciņu lielgabalu lodes	2361	23	8	4
Divmārciņu lielgabalu lodes	2882	23	8	4
Čuguna lieteņi	?	400	—	—
Kuģu priekšvadņi	4	14	10	—
Laktas	3	3	—	—
Plāksnes	18	—	—	—

mucas purva rūdas un 13 292 mucas kokogļu.

Rūdas fogta atzīmes liecina, ka Ēdas rūda nav bijusi sevišķi laba (sk. 8. tabulu; vienā paraugā ir 45% dzelzs, bet otrā tikai 11,21%); labāka bijusi Vārmes rūda.

Par manufaktūras ražoto produkciju tā paša gada piecās nedēļās pēc 8. maija vēl ir šādas papildu ziņas: a) atliets viens sešmārciņu lielgabals, četri četrmārciņu lielgabali, četri divmārciņu lielgabali, 87 sešpadsmitmārciņu granātas, 190 rokas granātas, 333 astoņmārciņu lielgabalu lodes, 932 sešmārciņu lielgabalu lodes, 335 četrmārciņu lielgabalu lodes, 1405 divmārciņu lielgabalu lodes; b) izkalti četri kuģu priekšvadņi; c) izurbti divi četrmārciņu lielgabali un 14 divmārciņu lielgabali.

Kā liecina šie dati, lielgabali pēc atliešanas ir izurbti vai arī urbjot paplašināti ar serdeņa palīdzību iegūtie caurumi — kalibri. Lai kalibrētu atlietos lielgabalus, tie droši vien ir urbti vai pārurbti arī Baldones Dzelzsāmuru, Biržu un Engures dzelzs manufaktūras virpotavās. Šāda operācija bija plaši izplatīta ne tikai Rietumeiropā, bet arī Krievijā Tulas un Kaširas manufaktūrās [202, *40. lpp.*]. 7. tabulas dati uzskatāmi rāda, ka Ēdas dzelzs manufaktūra bija galvenokārt ieroču ražotāja [52, *143. lpp.*; 66, *42. lpp.*; 75, *173., 174. lpp.*; 119, *274.—279. lpp.*].

Rendas dzelzs manufaktūra atradās lejpus Rendas, pie Abavas nelielās pietekas Dzelzsāmura jeb Lankas upītes.

Ap 1650. gadu (pie tagadējām Dzelzsāmuru mājām) ierīkoja čuguna cepli un naglu kaltuvi, kā arī citas manufaktūras — papīrdzirnavas, zāģētavu. Purva rūdu ieguva Rūšu valkā un dažās citās vietās. Manufaktūra strādāja eksportam un Ventspils kuģu manufaktūrai [75, *174. lpp.*].

Lutriņu dzelzs manufaktūra atradās pie Cieceres upē ietekošās Lašupes, tagadējo Lašupes dzirnavu vietā, apmēram 0,4 km no Lašupes dzelzceļa stacijas.

Tur atradās čuguna ceplis un lielgabalu lietuve. Ražojumus veda pa Lašupi un Cieceri līdz Skrundai un tālāk pa Ventu uz Kuldīgu un Ventspili [75, *174. lpp.*; 153, *37. lpp.*].

Kabiles Upesmuižā atradās čuguna ceplis, kas ražoja čugunu Ēdas dzelzs manufaktūrai. Upesmuiža atrodas ap 3 km no Kabiles centra [75, *174. lpp.*].

Vecmuižas Riežu dzelzs manufaktūra nodibināta vēlāk nekā Baldones dalīja apkārtnes saimniekiem, bet daļu aizveda uz Iecavas muižas pili, kur tos ieraka ceļmalās stabu vietā. Ap 1958. gadu Iecavas muižas pils lielgabalus izraka un nogādāja pie Bruknas skolas, Bauskas pilsdrupās un pašā Iecavas centrā.

Vēl 1955. gadā čuguna cepļa vietā, kur atradās mākslīgā Zvirgzdes saliņa, bija apmēram 6 m augsts sārņu kalniņš, taču drīz vien 9/10 no tā iz-

93. att. Vecmuižas Riežu dzelzs manufaktūras skats ap 1661. gadu [195].

Dzelzsāmuru manufaktūra un bija tās nodaļa. Manufaktūra atradās pie Zvirgzdu upītes (tieši pie Asaru mājām). Tur ražoja čugunu, atlēja galvenokārt lielgabalus, lielgabalu lodes, zvanus. Pie lietuves atradās skanste un šaušanas lauks, kur izmēģināja gatavos lielgabalus uz attiecīgām lafetēm. Naglu kaltuve atradās Vecmuižas Naglās.

Ar Vecmuižas Riežos ražotajiem lielgabaliem un lodēm apgādāja ne tikai hercoga floti; daļu produkcijas izveda arī uz ārzemēm (Poliju, Zviedriju, Dāniju, Holandi). Ar Vecmuižas lielgabaliem apbruņoja Jelgavas pili un pilsētu, Bausku, Sēlpili un Dobeli. Daļa no agrākajiem Rīgas pilsētas lielgabaliem atlieti ne tikai Biržos un Baldones Dzelzsāmuros, bet arī Vecmuižā. Manufaktūras darbības beigās daudzi lielgabali, lai tie nenokļūtu ienaidnieka rokās, tika nogremdēti Zvirgzdē. Vēlāk tos izvilka un daļu izveda uz Vecmuižas—Lielvārdes ceļa kā ceļa labošanas materiālu, bet lielākos metāla gabalus aizveda uz otrreizējo metālu savāktuvi. Sārņu kaudzē atradās arī dažādi ugunsizturīgo materiālu fragmenti, čuguna šļakatas, ielietņi, izplūdņi, brāķa atlējumi u. tml. Vairāki šo atradumu gabali *(99. att.)* ir analizēti šinī darbā.

Zem sārņu kalniņa atrodas smilšakmens slānis. Šis smilšakmens izmantots cepļa oderējumam un vests pat uz Enguri.

Arī Vecmuižas Riežu manufaktūru XVII gs. 90. gados izrentēja B. Strēmam. Mainoties nomniekam Riežos (1697. g.) un Vecmuižā (1705. g.), manufaktūra panīka, amatniekiem neizmaksāja kārtīgi algas, tādēļ daudzi amatnieki izklīda, līdz beidzot lielā mēra laikā manufaktūra savu darbību izbeidza [195; 33, *66., 67. lpp.*; 75, *170., 171. lpp.*; 81, *68. lpp.*; 119, *252. lpp.*; 189].

Sakarā ar Liepājas kuģu būvētavas noorganizēšanu 1677. gadā tur atradās kaltuve, kas, tāpat kā kuģu būvētava, pastāvēja līdz 1710. gadam. Sā-

kumā kaltuvē kalējs bija latvietis, kas, lai gan viņam nebija pieredzes kuģu būvēšanā, strādāja četrreiz ātrāk par vēlāk atsūtīto vācieti. Vēlāk kalēju skaits palielinājās. Gatavās naglas kuģu būvētava saņēma arī no Jelgavas. Kaļamiem ķīļiem, bultām un naglām būvmeistars prasīja kuršu (kurisches) dzelzi, jo to uzskatīja par piemērotu šādām vajadzībām. To saņēma no Ventspils [75, *162., 177. lpp.*].

94. att. Zviedru dzelzs ražošanas pūsmas procesa krāsns [233].

Engures dzelzs manufaktūra bija pēdējā, kas tika uzbūvēta hercoga Jēkaba laikā. Tās būvi vadīja B. Strēms. Engurē uzcēla čuguna cepli, enkuru un stieņu kaltuvi, naglu kaltuvi, lielgabalu un zvanu lietuvi, kā arī lielgabalu urbtuvi (virpotavu). Sākumā manufaktūra atradās Engures ezera dienvidgalā pie jūrā ietekošās Engures upes (Engures ciemata galā aiz bij. Jūrskolas ēkas; pa labi no Kolkas šosejas redzama cepļa saliņa ar dzelzs sārņu kalniņu), bet pēc 87 gadiem daļu manufaktūras pārcēla uz Uguņciemu Engures ezera ziemeļgalā. Manufaktūra izbeidza darbību 1780. gadā.

Pirmā rūdas pārziņa Švēdmaņa vadībā manufaktūra sākumā ražoja 600—700 birkavu dzelzs. Par to Švēdmanis dabūja divreiz vairāk produktu uzturam, nekā parasti tika dots rūdas pārzinim, un par katru mucu izmazgātas rūdas pusotra graša. Rūdu mazgāja ezerā un jūrā. Veidotājs un lielgabalu lējējs saņēma trešo daļu no tīrās peļņas, ko deva viņu veidojumi, čuguna cepļa meistars — piecus dālderus nedēļā. Manufaktūras izdevumi sasniedza 2500 dālderu gadā, nerēķinot klaušu strādnieku darbu, par ko manufaktūrai bija jāmaksā 1260 dālderu (12 arklu par 30 dālderiem katrs un 60 zvejnieku par 15 dālderiem katrs). B. Strēms vēlāk savā rentes līgumā Engures manufaktūru bez strādniekiem novērtēja par 2780 dālderiem.

Engurei klaušinieki gadā piegādāja 2800 kubikasu malkas, 5000 mucu purva rūdas un 720 mucu kaļķakmens pēc šāda sadalījuma:

vieta	malka (kubikasīs)	purva rūda (mucas)	kaļķakmens (mucas)
Grendži	1000	1000	—
Ozolmuiža	400	400	—
Engure, Uguņciems, Gulbju ciems, Plieņciems, Mērsrags, Bērzciems	1400	3600	720

Cepļu un kaltuvju krāšņu oderēšanai lietoja smilšakmeni, ko veda no Vecmuižas.

Engures dzelzi sūtīja ne tikai uz Kurzemes manufaktūrām, bet arī, sākot ar 1680. gadu, uz Holandi. Tā kā Ziemeļu karš noritēja patālu no Engures, tad manufaktūra savu darbību šajā laikā nepārtrauca, kaut gan 1710. gadā mēra laikā nomira pats B. Strēms un visi zviedru amatnieki, kā arī trīs ceturtdaļas no visiem Engures saimniekiem (no 150 dzīvi palika tikai 40).

Toreizējā manufaktūras darbveža saraksts rāda, ka manufaktūrā atradās šādi izstrādājumi — atlējumi vai kalumi: 11 čuguna katli trīs mucu tilpuma, pieci čuguna katli mucas tilpuma, 254 katli pusmucas un ceturtdaļmucas tilpuma, 205 katli astotdaļmucas tilpuma, 15 katli piecu stopu tilpuma, 10 grāpji ar vākiem, pieci lieli miezeri ar vālēm, 68 viduvēji un 68 mazi miezeri, viens liels zvans, pieci mazi zvani, 10 pāri lampu ar

pamatiem, 82 kaltas laktas, 28 pāri kapļu, 30 dzelzs lāpstas, divi svari ar svaru bumbām (divus birkavus smagas), četras lielas svaru bumbas 10 podu smagas, 44 svaru bumbas (katra piecus podus smaga), piecas svaru bumbas (katra četri podi), 15 svaru bumbas (katra trīs podi), 14 svaru bumbas (katra divi podi), 14 svaru bumbas (katra podu smaga), divas

dzelzs manufaktūra bija ievērojama ar saviem izstrādājumiem. Daudzus izstrādājumus tā eksportēja uz ārzemēm, piemēram, 1717. gadā caur Lapmežciemu izveda 205 izkaptis un četr-arpus mucas tērauda. Manufaktūras izstrādājumus sūtīja arī uz iekšzemi. Tā 1719. gadā Jelgavas pils remontam nosūtīja 10 podus divas mārciņas stieņu dzelzs. 1728. gadā Engu-

95. att. Zviedru čuguna ceplis (domna) XVI—XVII gs. [234, *15. lpp.*].

svaru bumbas (katra puspoda), 14 atlietas laktas stieņu kalšanai, sešas mazās laktas, 25 atlietas pavardu plates, seši lieli un 10 mazi trijkāji, 52,5 mucas ar pakaviem, divas mucas ar pakavu naglām, 508 birkavi stieņu dzelzs, 146 birkavi pieci podi čuguna lieteņu (285 gabalos), 1360 mucu mazgātas rūdas, 600 mucu nemazgātas rūdas.

Ja salīdzina šos ražojumus ar Ēdas manufaktūras ražojumiem, tad redzams, ka Engures manufaktūra galvenokārt ražojusi nevis ieročus, bet saimniecības priekšmetus.

Pēc B. Strēma nāves Engures manufaktūru izrentēja citiem nomniekiem un uz kādu laiku atkal apsaimniekoja hercoga uzdevumā (1721.—1726. g.). XVIII gs. pirmajā pusē Engures

res dzelzs manufaktūra deva 700 dālderus lielu peļņu.

1728./29. gadā iznāca Kuldīgas ārsta J. Veiganda raksts par Engures manufaktūru. Apskatīsim dažas viņa sniegtās ziņas.

Čuguna ceplis (Mastofen) uzmūrēts ap 9 olekšu augsts (ap 5,4 m augsts) un 3 olekšu plats (1,8 m). Tā augstums atbilst XVII gs. zviedru čuguna cepļa augstumam, jo ir robežās no 3,6 līdz 6,0 m [247, *98. lpp.*]. Ārpusē kvadrāta veidā izvietoti aptēsti koka stabi un virspuse nosegta ar pusjumtu *(95. att.)*. Trīs cepļa sānus nosedz ūdensrats un plēšas, cepļa meistara veseris, kambari un nojume. Blakus ceplim atrodas kaltuve, kurā ievietots liels veseris. Šo veseri arī darbina ūdensrats un veseris domāts divām ēzēm. Šeit strādā četri kalēji — pie katras ēzes divi. Senāk, kad strādāja nepārtraukti visu diennakti, ka-

lēju bija vairāk. Čuguna cepļa un kaltuves ūdensratiem ūdeni pievada pa garu tekni, kas izgatavota no stabiem un dēļiem.

Dzelzs manufaktūrā strādā šādi amatnieki: viens cepļa meistars, pieci vācieši — stieņu kalēji, divi kalēji — kurši, viens naglu kalējs, viens ogļu deģis, viens galdnieks un viens rūdas pārzinis, kas uzraudzīja rūdas rakšanu, mazgāšanu un atvešanu šķūņos.

Purva rūdu nemeklē ar brīnumrīksti, bet ar dzelzs iesmu. Tā atrodas purvainās vietās vai nu vienas olekts dziļumā (0,6 m), vai arī pusass vai pat veselas ass dziļumā (viena zviedru ass atbilst 1,781 m). Visvairāk rūdas iegūst Uguņciemā, kur to ezerā izmazgā un tad laivā atved uz Enguri. Rūdu vasarā savāc tādā daudzumā, lai pietiktu visa gada darbam. 8. tabulā doti divu Engures cepļa vietā atrastu rūdas paraugu analīzes rezultāti. Tie rāda, ka vienā paraugā ir maz fosfora (0,1%), bet otrā pat vēl nedaudz vairāk nekā Baldones Dzelzsāmuru rūdā, kuru uzskatīja par sliktu. Jādomā, ka šeit prata rūdu izšķirot pēc fosfora daudzuma un slikto tad pārstrādāja par dzelzi zviedru pūsmas krāsnī *(94. att.)*, bet labo izlietoja čuguna ražošanai, lai pēc tam kricu ēzē *(97. att.)* pārstrādātu par labu dzelzi. Tā ieguva dzelzi, kurā bija niecīgs fosfora daudzums. To neprata vai negribēja darīt Baldonē.

Kad čuguna ceplis strādāja ar pilnu jaudu, nedēļā ražoja 45—50 lieteņus. No 28 pudiem čuguna lieteņu ieguva 20 pudu tīras stieņu dzelzs.

Laikā, kad J. Veigands aprakstīja manufaktūras darbu, ceplis strādāja ik pa trim gadiem vienu gadu 12—15 nedēļas dienu un nakti. Rentnieka B. Strēma laikā ceplis strādāja katru gadu apmēram 20 nedēļas.

Bez B. Strēma, kas kādu laiku bija inspektors un pēc tam rentnieks, par inspektoriem darbojās Fahts, Fests un Uila, bet par rentniekiem — Rommels un Fridrihs Cīfers (Rīgas vara kalējs).

Tā kā Engures dzelzs manufaktūras

96. att. Oglekļa tērauda gatavošana no dzelzs XVI gs.: *A* — ēze, *B* — šihta, *C* — sārņi, *D* — dzelzs krici, *E* — koka veseris, *F* — veseris, *G* — lakta [194, *396. lpp.*; 260, *47. att.*].

ierīkotais uzdambējums applūdināja ezera pļavas, tad apkārtējo muižu īpašnieki ilgi strīdējās par hercoga tiesībām to darīt. Viņi panāca, ka hercogs E. Birons ierobežoja manufaktūras darbu, bet 1759. gadā, kad viņš izcieta Krievijā cietumsodu, muižnieki noorganizēja sešu nedēļu ilgas klaušas, kurās sūtīja vairākus simtus zemnieku uzdambējuma un manufaktūras ēkas nojaukšanai. Kad Saksijas kambarkungs Nordenflihts apsolījās par nelielu piemaksu uzbūvēt Engurē un Uguņciemā manufaktūras ēkas bez uzdambējumiem un tās pārņemt par 7000 florīnu gada renti, hercogs Kārlis ar viņu vienojās. 1762. gadā Nordenflihts uzcēla Uguņciemā čuguna

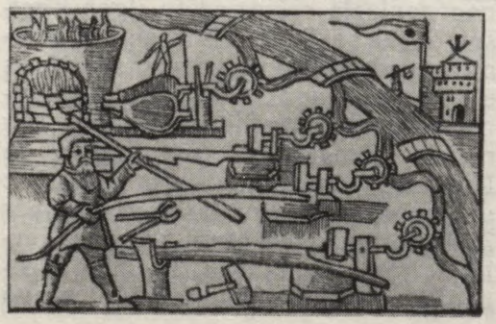
97. att. Oglekļa tērauda gatavošana no čuguna XVI gs.: *A* — ēze, *B* — plēšas, *C* — knaibles, *D* — veseris, *E* — ūdens straume [194, *399.* lpp.].

cepli un tērauda ražošanas krāsni, bet Engurē — naglu un enkuru kaltuvi un metāla grieztuvi — virpotavu. Jaunais ceplis un darbnīcas pastāvēja līdz 1780. gadam, kad pazemināja Engures ezera līmeni [16, *238. lpp.;* 43, *66. lpp.;* 52, *142., 143. lpp.;* 75, *175., 176. lpp.;* 119, *269. lpp.;* 159, 165a, *6. lpp.;* 189].

Par to, cik gara XVIII gs. bija metalurģiskās manufaktūras darba diena, ziņas dotas aprakstā par Urālu metalurģiskām rūpnīcām [201, *168.—169. lpp.*]. Līdz 1769. gadam tur pastāvēja, pēc V. Hennina datiem, Pētera I un Annas (Annu Ivanovnu Pēteris I 1710. gadā izprecināja Kurzemes hercogam. Viņa dzīvoja Jelgavā un 1730. gadā kļuva par Krievijas imperatori) apstiprinātā darba diena — vasarā darba dienas garums bija 13,5 stundas un pakāpeniski līdz ziemas laikam samazinājās līdz 8,5 stundām pēc noteikta grafika.

No	10. III	līdz	1. VI	—	darbu sāka	04^{30}	un beidza	19^{00}	— 13	st.
	1. VI	„	1. VIII	—	„	04^{30}	„	20^{00}	— 13	st.
	1. VIII	„	20. VIII	—	„	04^{30}	„	20^{00}	— 13,5	st.
	20. VIII	„	10. IX	—	„	04^{30}	„	19^{00}	— 12,5	st.
	10. IX	„	1. X	—	„	05^{00}	„	19^{00}	— 11	st.
	1. X	„	1. XI	—	„	06^{00}	„	17^{00}	— 10	st.
	1. XI	—	1. XII	—	„	07^{00}	„	16^{00}	— 8,5	st.
	1. XII	—	1. II	—	„	07^{30}	„	16^{30}	— 8,5	st.
	1. II	—	1. III	—	„	06^{00}	„	17^{00}	— 10	st.
	1. III	—	10. III	—	„	05^{00}	„	18^{00}	— 12	st.

Vidēji 11 stundas



98. att. Kalves zīmējums (XVI—XVII gs.). Veseru un plēšu darbināšanai izmantoja ūdens enerģiju [64].

Ziemā pusdienas pārtraukums bija viena stunda (no 11^{00} līdz 12^{00}), vasarā — 2,5 stundas (no 11^{00} līdz 13^{30}). Praktiski gadā bija jāstrādā apmēram 200 dienas. Minētais darba dienas ilgums pastāvēja visos cehos, arī domnas cehā, kur darbu nepārtrauca.

Jādomā, ka šāds darba laika iedalījums bija spēkā arī Engures un Uguņciema manufaktūrās.

KURZEMES HERCOGA DZELZS MANUFAKTŪRAS NORVĒĢIJĀ

Labākas kvalitātes dzelzs izstrādājumus gatavoja no dzelzs, ko ieveda no Zviedrijas, kur bez purva rūdas lietoja arī citu dzelzs rūdu. Lai nebūtu jāpērk dārgā zviedru dzelzs, 1664. gada 13. maijā hercogs Jēkabs noslēdza līgumu ar Dānijas karali Frīdrihu III par Norvēģijas metāla izmantošanu. Hercoga Jēkaba sūtnim Andersenam ierādīja Eidsvolas, Vīkas un Julsrudas raktuves. Tās atradās Dienvidnorvēģijā, uz ziemeļaustrumiem no Oslo, netālu no tagadējās Eidsvolas pilsētas. Līdz tam laikam raktuves stāvēja dīkā. Par raktuvēm Kurzemes hercogam bija jādod Dānijas karalim desmitā tiesa, bet par izvestajām precēm jāmaksā muita. Raktuvēs atradās četri čuguna cepļi.

Darba veikšanai raktuvēs hercogs aizsūtīja vairākus desmitus ģimeņu, kas pēc 1688. gada, kad raktuvēs darbs izbeidzās, tur palika un nodarbojās ar zemkopību.

Raktuvēs ierīkotās dzelzs manufaktūras produkciju deva ļoti nevienmērīgi. Laikā no 1679. līdz 1681. gadam ražota šāda produkcija:

1679. gadā 50 birkavu čuguna, 150 birkavu dzelzs,

1680. gadā 40 birkavu čuguna, 100 birkavu dzelzs,

1681. gadā 110 birkavu čuguna, 150 birkavu dzelzs.

No ražotā čuguna un dzelzs daudzuma tikai apmēram ceturto daļu saņēma Kurzeme, tādēļ var teikt, ka Norvēģijas raktuves samērā maz pavairoja hercoga rīcībā esošo metāla fondu [44; 45, *315. lpp.*; 60, *107., 108. lpp.*; 75, *164., 177. lpp.*].

DAŽU KURZEMES DZELZS MANUFAKTŪRU IZEJMATERIĀLU UN RAŽOJUMU ANALĪZES DATI

Purva rūda. Melnā metāla ražošanai kā galveno izejmateriālu lietoja purva rūdu. Tās meklēšanai hercogs izrakstīja no Vācijas rūdas meklētājus — kalnračus, kā arī izmantoja tās atradnes, no kurām rūdu ņēma vietējie meistari savām vajadzībām. Zviedrijā daudz lietoja ezera rūdu, ko ziemā caur āliņģiem izvilka no ezera dibena un krāva uz ledus [113], bet Kurzemē lietoja vasarā rakto purva rūdu. To izmazgāja, izžāvēja un saveda manufaktūrā visam gadam. Engurē rūdu dalīja trijās šķirnēs: brāķa rūda, ko, droši vien nelietoja čuguna ražošanai, bet varbūt dzelzs ražošanai pūsmas procesā, jo brāķēja tādēļ, ka rūdā daudz fosfora; smalkā rūda un rupjā rūda [189].

Daudz purva rūdas gabalu var atrast Ēdas, Engures, Baldones Dzelzsāmuru un Biržu Dzelznama manufaktūru vietās. No šīm vietām sešu purva rūdas paraugu ķīmiskais sastāvs dots 8. tabulā.

8. tabulas dati rāda, ka rūdā ir 30—45% dzelzs, izņemot vienu Ēdas paraugu, kurā tās ir tikai 11,21%. Jāmin, ka arī pats Ēdas fogts nav bijis apmierināts ar Ēdas rūdu un atzīmējis, ka labāku rūdu var dabūt Vārmes apkārtnē [119, *279. lpp.*]. Maz dzelzs (30%) un daudz fosfora (1,24%) ir Baldones Dzelzsāmuru paraugam. Arī šī rūda tika zemu vērtēta, jo deva trauslu dzelzi un, patērējot tādu pašu daudzumu kurināmā, iegūts mazāk metāla nekā Engurē [119, *245., 248. lpp.*].

8. tabula

Dažu purva rūdu paraugu ķīmiskais sastāvs*

Atrašanas vieta	Ķīmiskais sastāvs, %				
	Fe	SiO_2	MnO	Al_2O_3	P_2O_5—P
Biržu Dzelznams	39,09	10,84	∠0,5	0,92	0,70—0,30
Baldones Dzelzsāmuri	30,00	25,22	1,86	2,34	2,88—1,24
Engure	33,51	9,87	∠0,5	1,76	3,05—1,32
Engure	—	—	—	—	0,23—0,10
Ēda	45,00	—	—	—	—
Ēda	11,21	37,55	∠0,5	3,66	0,88—0,38

* Analīze izdarīta rūpnīcā «Sarkanais metalurgs». Vienam Engures un Ēdas paraugam noteikts tikai viens elements.

Kurināmais. Manufaktūrām pieveda malku, un ogļu deģis no tās ražoja kokogles, ko lietoja kā kurināmo un reducētāju čuguna ceplī (domnā) un pūsmas krāsnī, kā kurināmo čuguna kausēšanas ceplī, kricu ēzē, kā arī izmantoja čuguna atlējumu formu formzemes izgatavošanā un uzbēršanai čugunam liešanas laikā. To lietoja arī dzelzs cementēšanā par tēraudu.

Daudzus kokogļu gabalus, pat 10 cm garus, var redzēt ap senajām dzelzs manufaktūru vietām atrastajos dzelzs sārņos. Analizējot Vecmuižas Riežu kalniņā atrastos kokogļu gabalus, noskaidrojās, ka tās ir priedes un bērza ogles.

Kušņi. Lai izvadītu no čuguna cepļa tukšos iežus un kurināmā pelnus, lieto kušņus, kas kopā ar tukšajiem iežiem un kurināmā pelniem izveido viegli kūstošus savienojumus — sārņus, kurus izvada no cepļa šķidrā stāvoklī. Kā kušņus lietoja kaļķakmeni. Tā gabalus var atrast vairākās čuguna cepļu vietās. Vistīrākais kaļķakmens atrasts Vecmuižas Riežos un Baldones Dzelzsāmuros.

Ugunsizturīgie materiāli. Metalurģiskais process čuguna ceplī noritēja apmēram 1400° temperatūrā, tādēļ cepļa iekšpusi vajadzēja izoderēt ar ugunsizturīgiem materiāliem. J. Veigands [189] raksta, ka šim nolūkam uz Enguri no Vecmuižas vests smilš-

9. tabula

Liepājas rūpnīcā «Sarkanais metalurgs» veiktās ugunsizturīgo materiālu analīzes dati

Atrašanas vieta	Nosaukums	Ķīmiskais sastāvs, %				
		SiO_2	CaO	MgO	MnO	AlO_3+ Fe_2O_3
Vecmuižas Rieži	smilšakmens	35,0	19,0	13,1	0,2	5,0
Vecmuižas Rieži	smilšakmens	52,0	9,1	11,3	0,1	7,0
Lašupe (Lutriņi)	porains ķieģelis*	54,73	15,68	13,59	—	10.0

* Paraugam karsējuma zudums 7%. Vienā stūrī zaļgana apkusuma vietā spektrālajā analīzē konstatēts 5—6% dzelzs.

10. tabula

Liepājas rūpnīcā «Sarkanais metalurgs» veiktās dzelzs sārņu analīzes dati

Atrašanas vieta	Krāsa	Ķīmiskais sastāvs, %						
		Fe	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	P_2O_5	MnO
Biržu Dzelznams	melna	60,0	19,4	3,3	2,0	3,2	1,4	1,5
Baldones Dzelzsāmuri	pelēka	20,0	41,3	7,8	5,4	4,8	0,7	0,5
Engure	zaļgana	5,0	48,0	22,8	14,4	2,5	0,1	0,6
Engure	pelēka	30,0	31,0	14,5	9,6	4,4	0,4	1,0
Ēda	zilgana	11,5	55,5	15,8	4,26	7,4	0,12	pēdas
Kabiles Upesmuiža	melna	38,6	38,2	15,8	1,17	4,0	2,27	pēdas
Lašupe (Lutriņi)	tumši zila	13,0	56,3	12,3	2,09	8,6	1,53	pēdas
Renda	melna	66,0	13,0	2,8	0,5	4,4	0,7	0,5
Skrunda	pelēka	12,3	67,8	6,3	1,48	4,68	1,73	pēdas
Turlava	tumši pelēka	43,0	28,7	6,3	0,76	4,9	1,84	pēdas
Vecmuižas Riežu	gaiši zila	7,0	55,5	9,0	13,8	9,4	0,1	2,5

akmens. Ka lietots smilšakmens, to liecina arī Vecmuižas Riežu kalniņā atrodamie blīvie smilšakmens gabali, kas termiski ietekmēti, t. i., lietoti cepļa būvē. Lietojamais smilšakmens slānis tur atrodas uz vietas — zem sārņu kalniņa. No diviem smilšakmens paraugiem *(9. tab.)* tikai vienā ir vairāk nekā 50% SiO_2 (vāji skābs ugunsizturīgs materiāls). Tāds pats materiāls ir arī Lašupē (Lutriņos) atrastais poraina ķieģeļa fragments *(9. tab.)*.

Dzelzs sārņi. Gandrīz visu Kurzemes dzelzs manufaktūru vietās zemes virspusē vēl tagad redzami dzelzs sārņi — gan čuguna cepļa (domnas), gan arī kricu ēzes, lietuves cepļa un, domājams, dažos gadījumos pat pūsmas procesa dzelzs sārņi. 10. tabulā doti 11 dzelzs sārņu paraugu analīzes dati. Paraugi pieder pie Kurzemes XVII un XVIII gs. metalurģijas sārņiem, izņemot paraugus no Kabiles un Rendas, kuri, liekas, saglabājušies no XIX gs. beigām vai pat XX gs. sākuma.

Spriežot pēc zilganās sārņu krāsas, pie čuguna cepļa sārņiem pieder paraugi no Ēdas, Lutriņiem un Vecmuižas Riežiem. Tie, tāpat kā pārējie, ir skābie sārņi, jo bāziskuma modulis ir mazāks par 1. Piemēram, Ēdas sārņu parauga modulis

$$\frac{CaO+MgO}{SiO_2+Al_2O_3}=\frac{15,8+4,26}{55,5+7,4}=0,32<1.$$

Sārņos ir daudz dzelzs (7,0—13,0%), līdz 6,5 reizes vairāk nekā mūsdienu kokogļu domnu sārņos, ražojot pārstrādājamo martena tēraudu.

Pie kricu ēzes sārņiem pieskaitāmi Turlavas, Engures un Biržu sārņu paraugi, jo tajos ir daudz dzelzs (30,0—61,5%) — dzelzs oksīda (arī pūsmas procesa sārņos ir daudz dzelzs). Arī Rendas un Kabiles dzelzs sārņi jāpieskaita pie šīs grupas.

Skrundas, Engures un Baldones Dzelzsāmuru sārņi pieskaitāmi vairāk pie čuguna cepļa sārņiem nekā pie lietuves cepļa sārņiem. Arī šajos sārņos ir daudz dzelzs (5,0—20,0) [226, *144.—146. lpp.*; 259, *11.—37. lpp.*].

Čuguna izstrādājumi. Kurzemes dzelzs manufaktūrās ražoja dažādus čuguna izstrādājumus: lielgabalus, lielgabalu lodes, granātas, lieteņus tērauda ražošanai, katlus, miezerus, atsvarus, pavardu plates, zvanus, trijkājus u. c. No tiem analizēt bija iespējams atsevišķus ielietnes sistēmas elementus, atlējumu fragmentus, lieteni un lieteņu fragmentus, lielgabalus, to lodes, granātas un katlu. 17. analizēto izstrādājumu ķīmiskais sastāvs dots 11. tabulā.

No 11. tabulas datiem redzams, ka Vecmuižas Riežu čugunā oglekļa saturs ir 3,12—3,48%. Tas ir mazāk nekā lejamā čugunā, ko ražo mūsdienu domnās (lejamais čuguns satur oglekli 3,5—3,8%, tēraudā pārstrādā-

11. tabula

Liepājas rūpnīcā «Sarkanais metalurgs» veiktās čuguna atlējumu analīzes dati

Nr. p. k.	Nosaukums	Atrašanas vieta	Ķīmiskais sastāvs, %				
			C	Si	Mn	S	P
1	Izplūdnis	Vecmuižas Rieži	3,48	0,96	1,14	0,032	1,45
2	Ielietnis	Vecmuižas Rieži	3,28	1,34	1,60	0,037	1,80
3	Atlējuma fragm.	Vecmuižas Rieži	3,12	0,91	0,64	0,017	1,80
4	Atlējuma fragm.	Birži	3,80	0,86	0,73	0,016	1,82
5	Lieteņa fragm.	Birži	3,52	pēdas	pēdas	0,012	1,37
6	Lieteņa fragm.	Engure	4,00 6,50 6,70 8,30 8,90	1,22	0,31	0,012	0,40
7	Atlējuma fragm.	Engure	3,48	1,37	0,41	0,019	0,22
8	Katls	Lejasbitēni	3,64	nenoteikts			1,8
9	Granāta	Baldones Dzelzsāmuri	3,48	1,54	1,40	0,023	1,65
10	Lielgabals (110 mm)	Baldones Dzelzsāmuri	3,52	1,07	1,02	0,020	1,00
11	Lielgabals (121 mm)	Jelgava	3,48	1,37	1,20	0,027	1,00
12	Lielgabals (106 mm)	Jelgava	3,52	1,13	1,94	0,017	0,12
13	Lielgabals (140 mm)	Talsi	3,42	1,39	1,94	0,016	1,15
14	Lielgabals (73 mm)	Kuldīga	3,52	1,31	0,33	0,023	0,214
15	Lielgabals (D-0,48 m)	Rīga	2,80	0,54	2,00	0,059	0,043
16	Lielgabals (D-0,44 m)	Rīga	3,00	2,28	0,88	0,023	0,131
17	Lielgabalu lode	Birži	3,12	0,69	0,35	0,064	1,35

jamais čuguns 3,7—4,2% [250, *34. lpp.*], un vēl mazāk nekā Vācijā ražoto seno cauruļu čugunā (VFR atrasto laikā no 1457. līdz 1750. gadam atlieto cauruļu čuguns satur oglekli no 4,0 līdz 4,31% [190]). Mūsdienās otrās kausēšanas manšīnbūvniecības čuguna atlējumi satur oglekli no 3,2 līdz 3,5%, bet kvalitatīvākie čuguna atlējumi pat mazāk [250, *132. lpp.*]. No tāda čuguna, kam mazs oglekļa daudzums (2,8—3,0%), atlieti divi lielgabali *(11. tab. — 15, 16)*.

Lielais fosfora daudzums (1,45—1,8%) Vecmuižas Riežu čugunā norāda, ka lietota rūda, kurā daudz fosfora. Jāatzīmē, ka arī minētais Vācijas seno cauruļu čuguns satur daudz fosfora (1,78%) [190]. Mūsdienās atbildīgos atlējumos pieļauj fosforu līdz 0,2—0,3%, bet plānsienu un mākslas darbu atlējumos fosfora daudzums var būt pat lielāks par 1%, jo tas palielina čuguna plūstamību (čuguns gan kļūst trauslāks) [250, *133. lpp.*].

Kā liecina 11. tabulas dati, daudzu lielgabalu čuguna ķīmiskais sastāvs līdzīgs Vecmuižas Riežu čuguna sa-

stāvam. Dažiem lielgabaliem ir tikai ievērojami mazāks fosfora daudzums *(11. tab. — 12, 14—16)*.

Mazais oglekļa daudzums čuguna atlējumos (izņemot katlu, atlējumu un lieteņu fragmentus) norāda, ka tie ir no otrā kausējuma čuguna. Rietumeiropā, daļēji arī Itālijā, tolaik pazina čuguna kausēšanas pārnesamās šahtveida krāsnis (vagrankas prototips) [239]. Un ārzemju meistari, kas atbrauca strādāt Kurzemē, nevarēja nezināt šādu krāsni. Bez tam aprakstā par Biržu dzelzs manufaktūru blakus čuguna ceplim minēta arī kausēšanas krāsns [119, *252. lpp.*].

Viens paraugs *(11. tab. — 6)* ir domnas čuguns; uz to norāda lielais oglekļa saturs (4,0—8,9%). Tas ir rets gadījums, kad čuguns satur oglekli virs 6,7%. Domājams, ka šis čuguns atradies reti labos apogļošanās apstākļos, piemēram, atradies ilgāk kādā cepļa stūrī.

Ielietnes sistēmas metāls. Vecmuižas Riežu sārņu kalniņā bija iespējams atrast atlējuma fragmentus un ielietnes sistēmas daļas. Daži no tiem ir parādīti 99. attēlā. Izplūdņa *(99. att. — 1)* un divu ielietņu *(2, 4)* cietība ir vienāda (HB 320—330), bet viena ielietņa *(3)* cietība ir lielāka (HB 477). Tas ir vairāk nekā mūsdienu pelēkā čuguna atlējumiem, kam pēc ГОСТ 1412—70 vislielākā cietība HB 289. Izplūdņa mikrostruktūra parādīta XXXV attēlā. Tā sastāv no perlīta, smalka grafīta un stedīta. Viena ielietņa mikrostruktūrā *(XXXVI att.)* blakus perlītam, smalkam grafītam un stedītam redzams arī cementīts. Pārējo priekšmetu *(99. att.)* mikrostruktūra ir līdzīga, tikai viena ielietņa *(4)* mikrostruktūrā ir vairāk cementīta; tas ir pusbaltais (raibais) čuguns.

Izplūdnim ir četrstūrains šķērsgriezums ar noapaļotiem stūriem. Apakšdaļā platums 21 mm, garums 49 mm. Garās malas slīpums uz augšpusi — apmēram 2°5′.

Ielietņu caurules (stāvvads) ir cilindriskas, to diametrs — 15 un

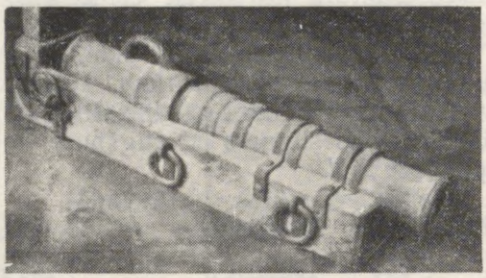
99. att. Vecmuižas Riežu izplūdnis *(1)*, ielietņi *(2—4)* un atlējumu fragmenti *(5,6)*. Samaz. apmēram 3×.

17 mm (mūsdienu ielietņu caurules ir nedaudz koniskas, ar sašaurinājumu apakšdaļā — slīpuma leņķis — 3—5°) [250, *119. lpp.*].

Uz izplūdņa virsmas ir saglabājusies cieta formzemes garoza (kārtiņa). Spriežot pēc garozas uzbūves, formzeme saturēja organiskas piedevas, domājams, zirgu mēslus, ko senāk bieži lietoja šim nolūkam [239,

119. lpp.]. Viena ielietņa caurulē *(4)* atradās kokogles gabals, kas gandrīz pilnīgi noslēdza visu šķērsgriezumu.

Lielgabali [199]. Izdarot seno lielgabalu uzskaiti 1960. gadā, autors konstatēja 82 čuguna lielgabalus un divas čuguna mortīras, kas atrodas 22 vietās. Tie novietoti muzejos vai pie muzeju ēkām (Liepājā, Kuldīgā, Ventspilī, Talsos, Jelgavā, Bauskā,



100. att. Visvecākais divdaļīgais čuguna lielgabals Rīgā. Kalibrs 105 mm.

Rīgā, Berģu ciemā Brīvdabas muzejā, Turaidā), pie skolām (Valdemārpilī, Puzē, Talsos, Bruknā, Vandzenē), pie ēkām vai caurbrauktuvju stūros (Jaunpilī, Jelgavā, Smārdē, Zvirgzdē, Dzelzsāmuros, Rīgas vecpilsētā), pilsdrupās (Ķoknesē, Bauskā) u. c.

Šos lielgabalus mēdz arī pārvietot no vienas vietas uz otru. Piemēram, Turaidas lielgabals atvests no Rīgas, bet Brīvdabas muzeja lielgabals atvests no Liepājas u. tml. Jaunajās vietās tie visi uzstādīti uz postamentiem. Taču pārvietošanas rezultātā ne mazums nokļuvuši lūžņu krātuvē un ir pārkausēti. Pirms 24 gadiem pazuda viens Ķokneses lielgabals un daudzi senie Rīgas nocietinājuma lielgabali, kas bija ierakti ar tievgalu zemē trotuāra malā apkārt pilsētas rātsnamam.

Latvijas teritorijā atrodas arī tādi lielgabali, kas pieder jaunākiem laikiem — XVIII gs. un vēlāk —, taču tie šajā nodaļā netiek apskatīti. Ir arī tādi lielgabali, kuru izgatavošanas laiks nav zināms, piemēram, Dziesmu svētku parkā Rīgā.

Latvijā esošie čuguna lielgabali ir dažāda kalibra un garuma. Šāda izmēru dažādība ir raksturīga senajiem lielgabaliem, jo katrs meistars garumu, diametru un citus izmērus izvēlējās pēc sava ieskata. Vēlāk gan lielgabalus sāka klasificēt pēc lodes svara. Jāatzīmē, ka katra lielgabala atliešanai gatavoja atsevišķu modeli (izdarīja tā saucamo lēno formēšanu), jo tolaik vēl nelietoja pastāvīgu koka modeli [239].

12. tabulā doti kalibra izmēri 69 lielgabaliem (13 lielgabaliem tievgals atrodas zemē, tādēļ nav iespējams noteikt kalibra izmērus). Vairāk nekā pusei lielgabalu (40 no 69) kalibri ir robežās no 91 līdz 130 mm. Lielgabalu garums ir no 2,0 līdz 3,7 m. Vairums lielgabalu stipri bojāti: nolauztas rēdzes, čemurs, saplaisājis priekšgals vai resngals vai arī tie stipri korozijas bojāti. Taču daudzi lielgabali ir saglabājušies labi.

Izņemot vienu lielgabalu Rīgā *(100. att.)* un vienu lielgabalu Bauskā *(105. att.)*, visi šie lielgabali datējami ar XVII gs. un XVIII gs. sākumu.

Rīgas lielgabali. Rīgā zināmi 20 senie lielgabali: septiņi Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā (kalibrs 36, 53, 75, 76, 105, 137,5 un 150 mm),

12. tabula

Lielgabalu sadalījums pēc kalibriem

Kalibrs, mm	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	101–110	111–120	121–130	131–140	141–150
Lielgabalu skaits	5	3	2	1	5	4	3	12	11	6	11	4	2

viens Latvijas PSR Vēstures muzejā (26 mm) un 12 Vecrīgā (divi pie nama L. Pils ielā Nr. 21, divi pie noliktavas Vecpilsētas ielā Nr. 10, viens (kalibrs 95 mm) Mārstaļu un Peitavas ielu stūrī, viens Vecpilsētas un Sarkanās gvardes ielu stūrī, viens Jāņa sētā, pieci pie Zviedru vārtiem (trīs Trokšņu ielas pusē un divi Torņa ielas pusē).

Visvecākais ir 105 mm kalibra lielgabals *(100. att.)*. Tas datēts ar XVI gs., bet ir domas, ka gatavots pat XV gs. Lielgabals sastāv no divām daļām (priekšējās jeb lodes daļas un pakaļējās jeb resngala daļas); tas atliets no labas kvalitātes čuguna. Resngala priekšējā gala mikrostruktūra dota XXXVII attēlā. Tā sastāv no ferīta, perlīta, grafīta un stedīta.

Analizēti arī visi Vecrīgā esošie 12 čuguna lielgabali. Tiem ir zemē ierakti tievgali un resngals vai čemurs atrodas augšpusē (izņemot Mārstaļu un Peitavas ielu stūrī esošo lielgabalu, kam zemē ierakts čemurs). 101. attēlā parādīti abi lielgabali, kas atrodas pie ieejas durvīm L. Pils ielā Nr. 21.

Formas ziņā visi lielgabali ļoti līdzīgi, izņemot divus; viens no tiem atrodas Mārstaļu un Peitavas ielu stūrī un otrs (mazākais) pie Zviedru vārtiem Trokšņu ielas pusē. Rēdzes lielgabaliem ir koniskas.

Deviņu lielgabalu mikrošlifiem redzama pelēkā čuguna struktūra *(XXXVIII, XL att.)*, bet trīs lielgabalu mikrošliftiem — baltā čuguna struktūra *(XXXIX att.)*. Taču jāatzīmē, ka no pēdējiem divi paraugi bija ņemti no lielgabalu rēdžu stūriem, tādēļ nevar pilnīgi raksturot visa lielgabala struktūru (viens lielgabals ir no Vecpilsētas ielas Nr. 10, otrs no Zviedru vārtiem Trokšņu ielas labajā pusē). XXXVIII attēlā parādītā mikrostruktūra sastāv no perlīta, grafīta un nedaudz sīkiem ferīta graudiem. Metāls ir neviendabīgs, jo mikrošlifā ir redzamas arī vietas, kas sastāv tikai no ferīta un grafīta. Čuguna zemā cietība (HB 121) norāda, ka ferīts tomēr ir šī čuguna galvenā sastāvdaļa. Šis čuguns tātad ir ferīta pelēkais čuguns, ko mūsdienās lieto mazāk vērtīgiem atlējumiem. XL attēla mikrostruktūrā redzams ferīts, perlīts, grafīts un stedīts; tā pieder ferīta—perlīta pelēkajam čugunam, ko mūsdienās plaši lieto dažādiem atlējumiem. Taču pēc cietības (HB 141) tas stāv tuvu ferīta pelēkajam čugunam.

Pie ferīta—perlīta pelēkā čuguna grupas pieskaitāms arī viena L. Pils

101. att. Divi čuguna lielgabali Rīgā, Lielajā Pils ielā 21.

ielas Nr. 21 lielgabala (ēkas labajā pusē) čuguns, kam cietība HB 184, viens Zviedru vārtu lielgabals Torņa ielas labajā pusē, kam cietība HB 165—177, Jāņa sētas lielgabals (HB 133—177) u. c. Pie augstvērtīgākās čuguna grupas, t. i., pie perlīta pelēkā čuguna grupas, pieskaitāms, piemēram, viens Zviedru vārtu lielgabals (Trokšņu ielas kreisajā pusē).

XXXIX attēlā redzams perlīts, cementīts un ledeburīts. Tā ir baltā čuguna mikrostruktūra ar lielu cietību (HB 514) un trauslumu. Baltā čuguna struktūra konstatēta arī dažu citu lielgabalu rēdzēs un čemuru gredzenos.

Brīvdabas muzeja lielgabals (kalibrs 113 mm) 1940. gadā atvests no Liepājas, kur to atrada zem 1697. gadā uzbūvētas ēkas. Rēdzes koniskas. Čemura metāla analīze liecina, ka tas ir baltais čuguns.

Turaidas lielgabalu (kalibrs 88 mm) 1958. gadā atveda no Rīgas citadeles. Pēc ārējās formas tas līdzīgs diviem Rīgas lielgabaliem (lielgabalam Mārstaļu un Peitavas ielu stūrī un mazajam lielgabalam

Zviedru vārtos Trokšņu ielas pusē). Rēdzes metāla struktūra sastāv no ferīta, perlīta un grafīta (ferīta—perlīta pelēkais čuguns).

Kokneses lielgabali. Lielgabali, kas atradās Kokneses pilsdrupās *(102. att.)*, ir vislielākie Latvijā. Tagad tie novietoti citās vietās. Tie ir senie zviedru lielgabali, kas kādā sausā vasarā izvilkti no Daugavas [35]. Lielgabalu garums ir 3,02—3,70 m. Pieci lielgabali atlieti no ferīta—perlīta pelēkā čuguna, viens no ferīta pelēkā čuguna. Pirmo piecu lielgabalu kalibri ir 110, 120, 127, 140 un 150 mm, bet sestajam — 140 mm. Sestais ir arī visgarākais lielgabals (3,7 m), tā mikrostruktūrā *(XLI att.)* redzams ferīts un grafīts. No visiem lielgabaliem tikai vienam lielgabalam (kalibrs 110 mm) mikrostruktūrā redzams stedīts (satur vairāk fosfora). Tāda čuguna cietība HB 184—214.

102. att. Četri čuguna lielgabali Kokneses pilsdrupās (vēl divi atrodas aizmugurē).

103. att. Lielākais čuguna lielgabals pie Bruknas skolas. Kalibrs 122 mm.

Bērzmentes, Dzelzsāmuru, Zvirgzdes, Iecavas un Bruknas lielgabali. Šīs grupas lielgabali atlieti Baldones Dzelzsāmuros vai Vecmuižas Riežos, un tiem ir līdzīga gan ārējā forma, gan arī metāla struktūra. Tie ir arī ļoti līdzīgi 10 Rīgas lielgabaliem.

Pēc pirmā pasaules kara Bērzmentē atradās četri lielgabali. Trīs no tiem saimnieks pārdeva pārkausēšanai, bet ceturtajam uzbūvēja postamentu (tagad tas atrodas ceļa malā pie autobusu pieturas vietas). Lielgabalam ir nolauztas rēdzes un čemurs. Čemura lūzuma vietas mikrošlifs parādīja, ka čuguna struktūra sastāv no ferīta, perlīta, grafīta un stedīta. Cietība HB 177.

Dzelzsāmuros atrodas divi lielgabali (kalibrs 110 mm). Tos izvilka no Misas upes mūsu gadsimta divdesmitajos gados, un tie novietoti uz postamentiem pie ieejas mežniecības ēkā. Pēc vietējo iedzīvotāju ziņām, lejpus tilta upē atrodas vēl citi lielgabali. Struktūra un cietība tāda pati kā Bērzmentes lielgabalam.

Zvirgzdē pie bijušās mežniecības ēkas atrodas četri lielgabali: diviem zemē ierakts čemura gals (kalibrs 95 un 121 mm), diviem — tievgals. Trijiem lielgabaliem struktūra tāda pati kā Bērzmentes lielgabalam, bet ceturtais ir no perlīta pelēkā čuguna (redzams perlīts, grafīts un stedīts). Cietība HB 173—268, pie kam trim lielgabaliem tā ir pāri par 200. Galvenā struktūras sastāvdaļa šo lielgabalu čugunā ir perlīts.

Pēc Lielā Tēvijas kara Iecavā čuguna lielgabalu bija daudz, bet tagad tur palikuši tikai divi un ir novietoti pie 1905. gada revolūcijas pieminekļa Rīgas—Bauskas šosejas malā. Šo lielgabalu mikrostruktūra ļoti līdzīga Bērzmentes lielgabalu mikrostruktūrai. Abi lielgabali ir vienāda kalibra (121 mm).

Bruknas skolas parkā uz postamentiem novietoti divi lielgabali (kalibrs 118 un 122 mm). Lielākais no tiem parādīts 103. attēlā. Arī šo lielgabalu

struktūra ir līdzīga Bērzmentes un Dzelzsāmuru lielgabalu struktūrai. Cietība HB 169—194.

Bauskas lielgabali. Pilsdrupās uz postamenta novietots viens lielgabals un divas mortīras. Tie atvesti no Iecavas un, domājams, atlieti Vecmuižas Riežos.

Pilsdrupās novietotais lielgabals (kalibrs 110 mm) pēc ārējās formas un struktūras līdzīgs Bērzmentes un Dzelzsāmuru lielgabaliem.

Abas mortīras nav vienādas, katrai ir sava forma, izmēri un kalibrs (0,47 un 0,48 m). Taču to struktūra ir vienāda: vietām sastāv no perlīta, grafīta un stedīta (HB 188—344), vietām no pusbaltā čuguna. Vispār šī struktūra ļoti līdzīga Vecmuižas ielietņa struktūrai *(XXXVI att.)*. Lielākā mortīra parādīta 104. attēlā.

Novadpētniecības muzejā novietoti trīs lielgabali. Divi no tiem ir salūta tipa grupas (kalibrs 45 un 46 mm), bet trešais ir neparasts lielgabals (kalibrs 68 mm). Tas ir sens divdaļīgais lielgabals, no kura saglabājusies tikai priekšējā daļa *(105. att.)*. Šis īpatnis atliets no perlīta pelēkā čuguna (struktūra sastāv no rupjplākšņaina un daļēji graudaina perlīta, grafīta un stedīta). Cietība HB 209—219.

Jelgavas lielgabali. Jelgavā atrodas 12 lielgabali — četri pie novadpētniecības muzeja (novietoti uz postamentiem), astoņi — Jelgavas pils caurbrauktuvju stūros (visiem čemura gals ierakts zemē).

Pie muzeja novietotie lielgabali (kalibrs 115, 120, 122 un 125 mm) pēc savas ārējās formas, kā arī pēc struktūras ļoti līdzīgi Vecmuižas Riežos un Baldones Dzelzsāmuros gatavotajiem lielgabaliem. Tas ir pilnīgi saprotams, jo Jelgava lielgabalus saņēma no Vecmuižas Riežiem [75, *171. lpp.*]. Šo lielgabalu čuguns ir ar cietību HB 141—177.

Pie Jelgavas pils ieraktajiem lielgabaliem (kalibrs 82, 90, 95, 100, 100, 106, 107 un 110) redzams tikai tievgals. To struktūras analīze liecina, ka lielgabali atlieti no ferīta—perlīta pelēkā čuguna. Izņemot divus lielgabalus (kalibrs 82 un 90 mm), to struktūrā redzams arī stedīts. Maza cietība ir 82 mm kalibra lielgabalam (HB 133), nedaudz lielāka 100 mm kalibra lielgabalam (HB 144) un 106 mm kalibra lielgabalam (HB 162). Viens Jelgavas muzeja lielgabals parādīts 106. attēlā, bet kāda Jelgavas pils lielgabala mikrostruktūra — XLII attēlā (redzams perlīts, grafīts un stedīts).

104. att. Lielākā čuguna mortīra Bauskas pilsdrupās. Kalibrs 0,48 m.

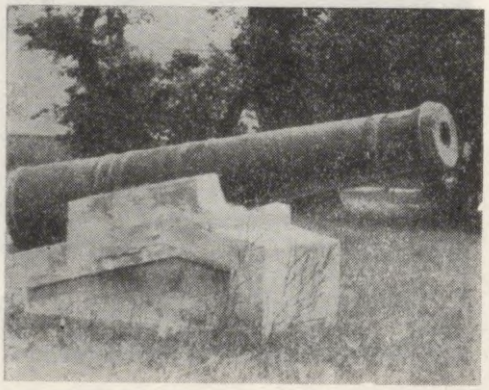
Jaunpils lielgabali. Jaunpilī atrodas divi lielgabali: viens 107 mm kalibra — uz postamenta pils priekšpusē, otrs 66 mm — ierakts zemē ar čemura galu pils vārtu stūrī.

Lielais lielgabals pēc ārējās formas un struktūras līdzīgs Vecmuižas Riežos un Baldones Dzelzsāmuros gatavoto lielgabalu grupai. Cietība HB

105. att. Visvecākā Bauskas čuguna lielgabala priekšējā daļa. Kalibrs 68 mm.

189. No tādas pašas struktūras čuguna ir arī mazais lielgabals.

Kuldīgas lielgabali. Kuldīgas novadpētniecības muzejā novietoti seši lielgabali: divi (salūta tipa ar kalibru 26,2 un 38,5 mm) atrodas muzejā, četri — pie muzeja ieejas durvīm uz postamentiem, to kalibrs 68,5, 73, 100 un 108,5 mm. Lielgabali stipri bojāti — ieplīsuši un ar nolauztām rēdzēm un čemuru.

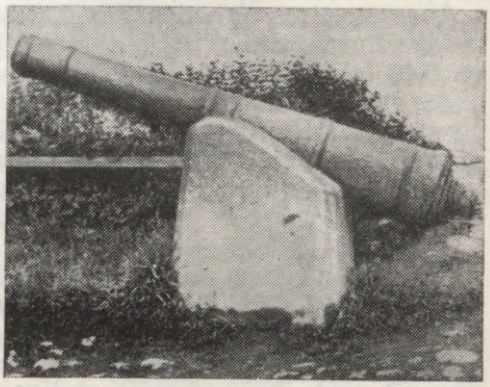


106. att. Čuguna lielgabals (kalibrs 122 mm) Jelgavas vēstures un mākslas muzejā.

dīta daudzumu, cietība HB ir tikai 184. Spektrālā analīze parādīja, ka metāls satur ap 3% mangāna un 1,5% silīcija.

Sabiles lielgabals (kalibrs 100 mm) ierakts zemē stāvus — ar čemura galu lejup. Struktūra sastāv no ferīta, perlīta un grafīta. Cietība HB 225.

Dundagas lielgabala (107. att.) kalibrs ir 73 mm, tas novietots uz posta-



107. att. Čuguna lielgabals Dundagā. Kalibrs 73 mm.

Viskvalitatīvākais (perlīta pelēkais) čuguns ir 73 mm kalibra lielgabalam *(XLIV att.)*. Divi lielgabali (kalibrs 100 un 108,5 mm) atlieti no ferīta—perlīta pelēkā čuguna. No tiem pirmā lielgabala mikrostruktūra redzama XLIII attēlā (parādīta gan stipri ferītiska vieta). 68,5 mm kalibra lielgabalam ir baltā čuguna struktūra, taču jāatzīmē, ka mikrošlifs ņemts no rēdzes stūra. Cietības pārbaude deva šādus rezultātus: 100 mm kalibra lielgabalam — HB 163—193, 73 mm kalibra lielgabalam — HB 187—241, 68,5 mm kalibra lielgabalam — HB 429—555.

Puzes lielgabals (kalibrs 130 mm) atrodas Puzes skolas sētā. Tam ir nolauztas rēdzes, čemurs, ir plaisas aizdedzes cauruma tuvumā. Tas atliets no perlīta pelēkā čuguna. Mikrostruktūrā *(XLVI att.)* redzams perlīts, grafīts un stedīts. Neskatoties uz lielo stementa. Struktūra un cietība tāda pati kā Sabiles lielgabalam.

Valdemārpils lielgabals (kalibrs 100 mm) atrodas skolas priekšā zem koka. Rēdzes un čemurs nolauzti. Lielgabals atliets no perlīta pelēkā čuguna (struktūra sastāv no perlīta, grafīta un stedīta).

Vandzenes lielgabali (kalibrs 100 un 104 mm) atrodas Vandzenes skolas priekšpusē, abi ierakti ar čemura galu stāvus zemē. Viens lielgabals atliets no perlīta pelēkā čuguna (struktūra sastāv no perlīta, grafīta un stedīta), otrs — no ferīta—perlīta pelēkā čuguna (sastāv no ferīta, perlīta un grafīta). Pirmajam čugunam HB 209, otrajam tikai 131—144.

Talsu lielgabali. Talsos atrodas septiņi lielgabali — divi novadpētniecības muzejā, četri pie astoņgadīgās skolas un viens uz postamenta Kr. Valdemāra ielā pie kinoteātra.

Novadpētniecības muzejā atrodas salūta tipa lielgabali *(108. att.)*, kuru kalibri 24 un 32 mm. Abu lielgabalu cietība ir maza (HB 101—111). 32 mm kalibra lielgabala struktūra sastāv no ferīta, perlīta, grafīta un nedaudz stedīta. Tā ir līdzīga 111. attēlā parādītā Uguņciema lieteņa struktūrai.

Tie četri lielgabali (kalibrs 91, 92, 117 un 127 mm), kas atrodas pie skolas, ir atlieti no ferīta—perlīta pelēkā čuguna, kam cietība HB 156—193. Vislielākā lielgabala mikrostruktūrā *(XLVII att.)* redzams ferīts, perlīts, grafīts un stedīts.

Lielgabals Kr. Valdemāra ielā ir viens no lielākiem čuguna lielgabaliem Latvijā — kalibrs 140 mm. Tā ķīmiskais sastāvs dots 11. tabulā. Metāla mikrostruktūrā *(XLVIII att.)* redzams perlīts, cementīts, grafīts un stedīts (cietība HB 308).

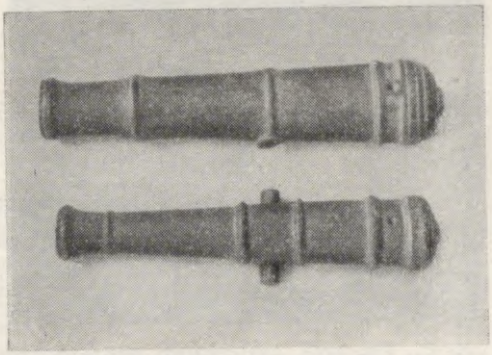
Liepājas un Ventspils lielgabali. Liepājas novadpētniecības muzejā atrodas divi salūta tipa lielgabali (kalibrs 68 mm), ko 1705. gadā vietējā cietoksnī atkāpjoties atstājusi zviedru armija. Abiem rēdzes ir koniskas. Divi mazāki salūta tipa lielgabali (kalibrs 26,2 un 38,5 mm) atrodas arī Ventspils novadpētniecības muzejā. Tā kā šie lielgabali ir labā stāvoklī, tad no tiem analīzei mikrošlifi nav ņemti.

Smārdes lielgabali. Smārdes ciema izpildkomitejas ēkas priekšpusē apmēram 30 m attālumā abās iebrauktuves malās uz postamentiem atrodas divi stipri bojāti (ar nolauztām rēdzēm un resngalu) lielgabali. To kalibrs 120 un 130 mm. 120 kalibra lielgabalam ir saglabājusies viena rēdze, kas ir cilindriska, ar diametru 120 mm. Cilindriskās rēdzes dēļ šos lielgabalus nevar pieskaitīt Kurzemē atlietajiem lielgabaliem.

Lielgabalu lodes un granātas. Republikas muzejos sakrātas dažādu izmēru čuguna lielgabalu lodes un granātas, kas atlietas Kurzemē.

Autors tuvāk izpētījis vienu Dzelzsāmuros atrastu granātu, divas Jēkabpils Dzelznama lielgabalu lodes un vienu divdaļīgu lielgabala lodi, kura atrodas Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā.

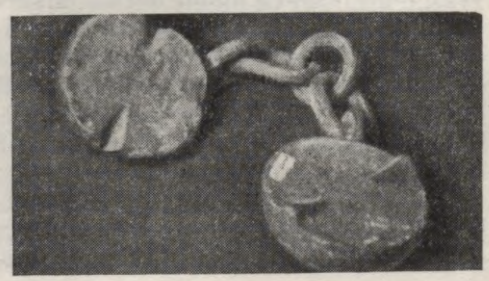
Dzelzsāmuru granātas iekšējais diametrs 51—55 mm, ārējais — 83 mm. Uz tās virsmas redzamā grate liecina, ka granāta atlieta divdaļīgā formā. Uzsitot ar veseri granātai, tā viegli sadrupa un iekšpusē atklājās lodveida serdenis. Serdeņa analīzē atklājās, ka serdeņzeme saturējusi organiskas piedevas, domājams, zirga



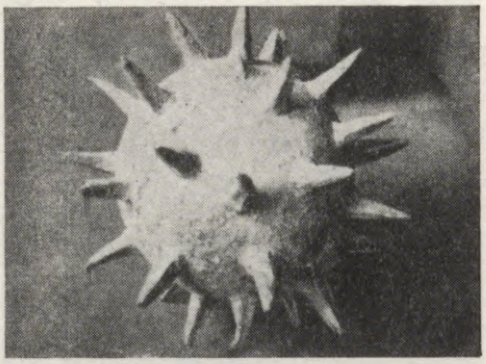
108. att. Divi salūta tipa čuguna lielgabali Talsu novadpētniecības un mākslas muzejā. Kalibri 24 un 32 mm.

mēslus. Serdenis formā bija atbalstīts uz trim serdeņa balstiem, kas iekausēti granātas metālā. Serdeņa balsti izgatavoti no 34—40 mm gariem pelēkā čuguna kvadrātveida (10× ×11 mm) stienīšiem. Serdeņa balsti nebija sakusuši ar formas dobumā ielieto čugunu, to cietība HB 241, un spektrālā analīze parādīja, ka metāls satur apmēram 1% silīcija un 1,5%

109. att. Divdaļīga lielgabala lode ar ķēdi Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā.



mangāna. Granātas čaulas metāla analīze liecina, ka granāta atlieta no čuguna ar atbalinātu virsmu, kādu parasti iegūst, ja atlej metāla formā [239, *127. lpp.*]. Atbalinātās zonas (pusbaltais čuguns) metāla struktūra sastāv no perlīta, grafīta, cementīta un stedīta. Ne tikai pēc savas struktūras, bet arī pēc ķīmiskā sastāva metāls ir ļoti līdzīgs Vecmuižas Riežu



110. att. Kastaņveida lielgabalu lode Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā.

ielietņu sistēmas daļām *(XXXVI att.* un *11. tab.)*.

Apskatot divu Dzelznama lielgabalu ložu virsmu, uz tām redzama riņķveida grate. Tātad lodes atlietas divdaļu formā. Ložu diametrs ir 124 un 107 mm. Pirmās lodes struktūras analīze liecina, ka lode atlieta no ferīta—perlīta pelēkā čuguna. Ķīmiskais sastāvs *(11. tab.)* rāda, ka tā ir atlieta otrā kausēšanā. Liels ir fosfora daudzums metālā (1,35%).

Analizējot divdaļu lielgabalu lodi *(109. att.)*, redzams, ka tā atlieta no ferīta—perlīta pelēkā čuguna ar lielāku stedīta daudzumu. Saites (ķēdes) locekļi starp abām daļām sastāv no mazoglekļa tērauda (dzelzs). Saites pamatcilpas gali liešanas laikā iekausēti lodes čugunā. Tāda pati iestiprināšana ir izdarīta arī ar «adatām» kastaņveida lielgabala lodē *(110. att.)*.

Dažādi atlējumi. Kā pirmo var atzīmēt kādu veselu lieteni, kas atrasts Engures—Uguņciema dzelzs manufaktūras rajonā. Tas sver 48 kg un atrodas Talsu novadpētniecības muzejā *(111. att.)*. Lieteņa metāla struktūra sastāv no ferīta, perlīta, grafīta, ir arī nelielas stedīta pazīmes. Tā ir ļoti līdzīga XLIX attēlā parādītajai struktūrai, tikai grafīts ir nedaudz cirtaināks.

Uguņciemā sārņu kaudzē atrastā nelielā atlējuma fragmenta mikrostruktūra *(XLIX att.)* sastāv no ferīta, perlīta un grafīta.

Engures lieteņa fragmenta čuguna struktūrā *(L att.)* redzams perlīts un lieli grafīta ieslēgumi (perlīta pelēkais čuguns). Analizēts arī kāds Engurē atrastais atlējumu fragments. Struktūras analīze liecina, ka tas atliets no ferīta—perlīta pelēkā čuguna. Abu atlējumu fragmentu ķīmiskais sastāvs dots 11. tabulā.

Izdarot arheoloģiskus izrakumus Lejasbitēnos apmetnes vietā, tika atrasti čuguna katla fragmenti, kas datējami pirms XVIII gs. To analīzē konstatētais oglekļa un fosfora daudzums dots 11. tabulā. Mikrostruktūrā redzams ferīts, perlīts, grafīts un stedīts.

60. gados Latvijas PSR Vēstures muzejs ieguva vienu 1663. gadā atlietu čuguna zvanu, ko līdz tam lietoja kādās mājās Baldones apkārtnē graudu glabāšanai. Nenoliedzami tas būs atliets Baldones Dzelzsāmuros vai Vecmuižas Riežos. Zvana augstums 0,52 m, apakšējais diametrs ap 0,9 m. Zvans ir atliets vertikālā stāvoklī, jo augšpusē redzamas nolauzto ielietņu un izplūdņu pēdas. Forma ir bijusi divdaļīga, ar vertikālu salikšanas virsmu, jo uz zvana virsmas divās pusēs redzama vertikāla grate. Zvana saturēšanai — piekāršanai augšpusē iekausētas divas 19 cm augstas dzelzs vai mazoglekļa tērauda cilpas. Uz zvana ārējās virsmas redzamas divas joslas ar ornamentiem, kas iegūti, tos vispirms izveidojot liešanas formas veiddobumā — formzemē.

Kuldīgas novadpētniecības muzejā glabājas sens čuguna miezeris ar piestu; tā ietilpība apmēram 2,5—3 spaiņi. Taču tas nonācis muzejā bez

jebkāda apraksta, un pagaidām nav iespējams precīzi datēt tā izgatavošanas laiku, lai gan domājams, tas saglabājies no XVII gs. Miezeris, šķiet, lietots kaņepju grūšanai.

Dzelzs un tērauda izstrādājumi.

Enkurs. Kuldīgas novadpētniecības muzejā atrodas enkurs, kas 1952. gadā izvilkts no Ventas lejpus Kuldīgas; tā augstums 1,64 m. Tā kā uz Ventspili no Ēdas veda daudz enkuru un flotē lietoja vietējos enkurus, tad var pieņemt, ka tas ir vietējais ražojums. Enkura zara mikrostruktūrā redzams ferīts un liels daudzums sārņu ieslēgumu *(LI att.)*. Tāda mikrostruktūra ir raksturīga kricu vai pudliņa krāsns dzelzij, kas iegūta, pārstrādājot čugunu par dzelzi [217, *444. lpp.*]. Pūsmas procesā iegūst tīrāku dzelzi.

Apmēram 750—800 kg smags sens enkurs atrodas Talsu novadpētniecības muzejā. Tā augstums 2,78 m, zaru platums — 1,75 m. Vai tas ir vietējais ražojums, ir grūti teikt, jo enkurs atrasts jūrā starp Upesgrīvu un Roju. Tāda veida dzelzs enkuri noteikti ir gatavoti Kurzemē, jo katru tur uzbūvēto kuģi apgādāja ar diviem viegliem un četriem smagiem enkuriem [75, *531. lpp.*].

Čuguna cepļa (domnas) un kricu ēzes tehniski ekonomiskie rādītāji. Literatūrā sastopamie dati par Kurzemes dzelzs manufaktūru čuguna cepļu (domnu) un kricu ēžu darbu nedod iespēju iegūt pilnīgu pārskatu par to tehniski ekonomiskajiem rādītājiem. Viens no galvenajiem kavējošajiem faktoriem ir tas, ka nav zināma pareiza toreizējo mēra vienību lielumu atbilstība mūsdienu mēra vienībām, piemēram, nav zināms, cik liela bija purva rūdas muca, čuguna muca, kokogļu muca un malkas kubikass. Pieņemot, ka čuguna mucas tilpums ir vienāds ar Kurzemē lietoto alus mucas tilpumu [62, *149. lpp.*], var iegūt tādu čuguna mucas svaru, kas nebija piemērots transportam (ja viena alus muca = 120 stopu un viens stops = = 1,22 litri, tad, pieņemot, ka čuguna īpatnējais svars ir 7,2, muca čuguna svērs: $7{,}2 \times 1{,}22 \times 120 = 1054$ kg). Bez tam izrādītos, ka ceplis ražojis pārāk daudz čuguna. Zviedru un vācu čuguna cepļi XVII gs. ražoja diennaktī tikai 600—900 kg čuguna, bet 1667. gadā Baldones Dzelzsāmuru ceplis, kas lietoja vienu no sliktākajām purva rūdām, ražoja divas mucas čuguna diennaktī, tātad — apmēram 3,5 reizes vairāk! Pieņemot, ka viena čuguna muca svērusi vienu birkavu

111. att. Engures (Uguņciema) čuguna lietenis.

[75, *171. lpp.*] un ka viens birkavs atbilst 170 kg [44], var secināt: Baldones Dzelzsāmuros iegūts tikai 340 kg čuguna diennaktī, tātad 1,75 reizes mazāk nekā zviedru cepļos ražotais minimālais daudzums čuguna. Taču šāds mucas svars būtu tuvāks īstenībai, jo apmēram tādu pašu daudzumu var iegūt, rēķinot darba ražīgumu Engures čuguna ceplim pēc J. Veiganda datiem [189].

Engures ceplis nedēļā ražoja 45—50 lieteņu, un katrs lietenis svēra ap 48 kg (tāds svars ir Talsu novadpētniecības muzejā esošajam čuguna lietenim), tad kopējais lieteņu svars ir 48 kg × 48 liet. = 2304 kg, t. i., diennaktī 330 kg. Turpretī, izmantojot 98. lpp. minētos datus, ka 285 lieteņi sver 146 birkavus un piecus podus, t. i., 26 862 kg, bet katrs lietenis $\frac{26\,862}{285} = 94{,}3$ kg, nedēļā ražots $94{,}3 \times$ $\times 48$ liet. = 4526 kg čuguna, t. i., diennaktī 647 kg.

Tehniski ekonomisko rādītāju ieguvi apgrūtina arī tas, ka nav zināms, cik cepļu bijis Baldones Dzelzsāmuru, Biržu Dzelznama un Ēdas manufaktūrās un cik diennaktis tie strādājuši. No J. Veiganda raksta tikai zināms, ka Engures manufaktūrā bijis viens čuguna ceplis, kas strādājis ap 1705. gadu 20 nedēļas (140 diennaktis) gadā un ap 1727. gadu — 12—15 nedēļas

(84—105 diennaktis) ik trešo gadu [189].

Raksturīgi, ka senie čuguna cepļi darbojās ar pārtraukumiem. Piemēram, Zviedrijā XVII gs. sākumā cepļi strādāja gadā vidēji 34 diennaktis, bet XVIII gs. sākumā, kad uzlabojās tehniskais līmenis, tie darbojās vidēji 86 diennaktis. No 41 cepļa tikai viens darbojies 243 diennaktis, t. i., divas trešdaļas gada [64, *466. lpp.*]. Arī Krievijā čuguna cepļi (domnas) remonta, pavasara plūdu un ūdens līmeņa krišanās laikā nedarbojās, parasti gadā strādāja apmēram 250 diennaktis [247, *105. lpp.*]. Jāatzīmē, ka XVII gs. Krievijas Tulas domnas ražoja divas reizes vairāk čuguna diennaktī nekā zviedru un vācu domnas Kurzemē. Tulas domnas vienas tonnas čuguna ražošanai patērēja apmēram 3 tonnas kokogļu, bet zviedru (tātad arī Kurzemes hercogistes!) — ne mazāk kā 3,6—4,2 tonnas, bet dažas vācu domnas — pat 6 tonnas [247, *105. lpp.*].

Runājot par čuguna cepļu skaitu, var atzīmēt, ka Engurē bija viens no vislabākajiem cepļiem (domna), kas gadā deva 600—700 birkavu čuguna, bet Baldones Dzelzsāmuru dzelzs manufaktūras darbības sākumā 1400 birkavu čuguna ražošanai vajadzēja vismaz trīs cepļus (vēlāk pietika ar vienu cepli), Biržu Dzelznama manufaktūrā — arī vismaz trīs (vēlāk vienu cepli) un Ēdā ne mazāk, jo Kurzemē lietotā viena tipa cepļi nevarēja dot 700 birkavu (119 tonnu) četros mēnešos, t. i., ap 1000 kg dienā.

Par kricu ēzi ir vienīgi neliela atzīme Engures aprakstā. Tur norādīts, ka, pārstrādājot 28 podus čuguna, no tā iegūts 20 podu dzelzs stieņu, t. i., viens birkavs. Iegūtās dzelzs nodegums ir $\frac{28-20}{20} \cdot 100 = 28{,}5\%$.

Šāds nodeguma procents ir lielāks par literatūrā norādītajiem 25% [74, *88. lpp.*]. Literatūrā arī atzīmēts, ka kricu ēzē astoņās stundās ieguva 150—200 kg dzelzs un patērēja ēzes kurināšanai no šī daudzuma 150% kokogļu.

Pagaidām nav datu, cik daudz dzelzs ražojušas pūsmas krāsnis Kurzemē. Ja pieņem, ka bez zviedru cepļiem strādāja arī zviedru pūsmas krāsnis (tolaik bija galvenokārt zviedru tehnika), tad par 94. attēlā parādīto pūsmas krāsni, kāda, domājams, tika lietota, teikts, ka tā nedēļā deva līdz 90 pudu (1474 kg) dzelzs, kuras svars tālākajā apstrādē samazinājās par 35—50%. Vienlaikus ar šādām lielām krāsnīm, kuras lietoja vēl XIX gs. vidū Somijā [233, *510. lpp.*], šķiet, izmantoja arī nelielas pūsmas krāsnis, kādas senāk lietoja vietējie iedzīvotāji.

Trūkst arī datu par tērauda cementēšanas krāsnīm, piemēram, kādas lietotas Jelgavā. Var tikai atzīmēt, ka tolaik Rietumos lietotās Reomira cementēšanas krāsnis (ap 1700 gadu) 24—36 stundās nocementēja par tēraudu 300 kg dzelzs stieņu, kas bija 4,5 cm plati un 7 mm biezi. Kokogļu patēriņš sasniedza 500—700% no ražotā tērauda svara [74, *97. lpp.*].

DAŽĀDI DZELZS UN TĒRAUDA IEROČI MUZEJOS

Latvijas PSR muzejos atrodas virkne izstrādājumu, piemēram, bruņukrekli, bruņutērpi, zobeni, helebardes, kaujas cirvji ar divpusīgu asmeni, pīķi, arbaleti ar uzvelkamo ierīci, musketes, bises, pistoles u. c. ieroči, kas izgatavoti galvenokārt no augstvērtīgāka tērauda vai dzelzs. Taču velti ir meklēt tiem vietēja rakstura pazīmes vai vietējo meistaru zīmes. Līdzīgus ieročus var redzēt ne tikai Rīgā [177], bet arī Tallinas, Kauņas, Viļņas muzejos, Ļeņingradas Ermitāžā u. c., jo šos ieročus lietoja ne tikai vietējais karaspēks, bet arī zviedru, poļu, sakšu un krievu karaspēks, kas karoja Latvijas teritorijā, piemēram, Livonijas karā, zviedru—

poļu karā, krievu—poļu—zviedru karā un Zemeļu karā. Šādi ieroči bija ne tikai karaspēkam, bet arī pilsētas iedzīvotājiem un mūra piļu garnizoniem un muižniekiem. Piemēram, Rīgas pilsētas rātes noteikumos jau XIV gs. teikts, ka katram pilntiesīgam namniekam jāsagādā un jātur kārtībā ieroči un bruņas, lai, ienaidniekam uzbrūkot, no tirgotāja vai amatnieka pārvērstos karavīrā. Nepieciešama bija bruņucepure, krūšu bruņas, bruņucimds un kaujas cirvis [177, *12. lpp.*]. Pilsētas aizsardzībai izmantoja arī algotus kara kalpus — landsknehtus, kas bija bruņoti ar ieročiem [177, *12. lpp.*].

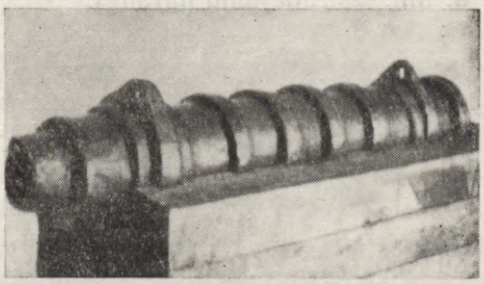
Šeit tuvāk apskatīsim tikai divus dzelzs lielgabalus un viena lielgabala kameras daļu (visi atrodas Rīgā un varēja būt arī tur gatavoti). Visi trīs datējami ar XV gs. Viens lielgabals atrodas Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā *(112. att.)*, otrs lielgabals *(113. att.)* un lielgabala kameras daļa — Latvijas PSR Vēstures muzejā.

Pirmais lielgabals sastāv no caurules, uz kuras rindā stiprības nolūkā uzsēdināti gredzeni. Caurules iekšējais diametrs (kalibrs) ir 70 mm, sienas biezums 7—9 mm, garums 0,75 m. Caurules galu pakaļējā pusē blīvi noslēdz iemetināts dzelzs ieliktnis.

Caurules mikroanalīze rāda, ka tā izgatavota no dzelzs (redzami ferīta graudi ar nedaudziem sārņu ieslēgumiem). Caurulei uzmauktā (uzsēdinātā) gredzena *(112. att. — A)* mikrostruktūrā redzama pārkarsēta metāla struktūra (vidmanšteta struktūra). Pēc mikrošlifa atkvēlināšanas iegūtā struktūrā *(XLV att.)* redzams ferīts un perlīts ar diviem sārņu ieslēgumiem. Metāla struktūras analīze liecina, ka gredzens kalts no mazoglekļa tērauda, kas satur 0,2—0,3% oglekļa.

Otrā lielgabala garums ir 0,76 m, kalibrs 74 mm. Arī tam stiprības nolūkā uzmaukti (uzsēdināti) mazoglekļa tērauda gredzeni (0,1—0,2% C). Sārņu ieslēgumu lielums un daudzums uzsēdināto gredzenu metālā ir

112. att. Kalts dzelzs lielgabals (samaz. 10×) Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā. Kalibrs 70 mm.



113. att. Kalts dzelzs lielgabals (samaz. 10×) Latvijas PSR Vēstures muzejā. Kalibrs 73 mm.

apmēram tāds pats kā iepriekšējam lielgabalam.

Lielgabala kameras daļa ir kalta no tērauda ar nevienmērīgu oglekļa saturu: vietām ogleklis ir ap 0,3%, vietām — ap 0,8%. Sārņu ieslēgumu metālā ir maz.

IZPĒTĪTO PRIEKŠMETU (IZSTRĀDĀJUMU) SKAITLISKAIS SADALĪJUMS

Par periodu no XIII gs. beigām — XIV gs. sākuma līdz XVIII gs. sākumam ir izpētīti šādi priekšmeti: čuguna lielgabali (80), čuguna mortīras (2), dzelzs lielgabali (3), lielgabalu lodes (5), granāta, čuguna lietenis, čuguna lieteņa fragmenti (3), atlējumu fragmenti (3), ielietņi (3), izplūdnis, čuguna zvans, čuguna miezeris, čuguna katla fragmenti, kuģa dzelzs enkuri (2), zīmogi (3), purva rūda (6), dzelzs sārņi (9), ugunsizturīgie materiāli (3), kaļķakmens gabali (5), kokogļu gabali (5) — pavisam pāri par 138 priekšmetiem — paraugiem. Bez tam apmeklētas un rūpīgi apskatītas visas Vidzemē un Kurzemē zināmās dzelzs manufaktūru un dzelzsāmuru 16 vietas (sk. 90. att.), iespējas gadījumā šajās vietās, piemēram, Engurē, Ēdā, Rendā, Baldones Dzelzsāmuros, Biržu Dzelznamā, Vecmuižas Riežos u. c. savākti dzelzs rūdas, dzelzs sārņu, uguns izturīgo materiālu, čuguna atlējumu u. tml. izstrādājumu paraugi.

III nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LAIKĀ NO XVIII GS. SĀKUMA LĪDZ PIRMAJAM PASAULES KARAM

Latvijas iekļaušanai Krievijas impērijas teritorijā bija liela progresīva nozīme, jo nodrošināja Latvijai uzplaukumu ne tikai lauksaimniecībā un tirdzniecībā, bet arī rūpniecībā, jo sevišķi sākot ar XVIII gs. beigām. Ar XIX gs. 30. gadiem dzimtbūtnieciskā manufaktūra pakāpeniski pārveidojās par kapitālistisku; šis process beidzās XIX gs. otrajā pusē, sākās rūpniecības apvērsums [91, *424. lpp.*]. Pilsētās sāka sairt cunftu amatniecība, un atsevišķi meistari pārvērtās par kapitālistiem-uzņēmējiem. Vairums personu amatnieku darbnīcās noslīdēja līdz algotu strādnieku stāvoklim [91, *450. lpp.*]. Metāla ražošanas un apstrādāšanas centrs pārvietojās no lauku manufaktūrām uz pilsētu fabrikām; sevišķi šī nozare attīstījās Rīgā un Liepājā [92, *125. lpp.*].

Ziemeļu karš un stihiskais postītājs — mēra epidēmija — iznīcināja daudzas apdzīvotās vietas, rūpniecības uzņēmumus. Kurzemē mērī gāja bojā 50% iedzīvotāju, ap 80% lopu, tika nopostīts ap 70% ēku [92, *269. lpp.*]. Vidzemes novados, sevišķi dienvidos un rietumos, iedzīvotāju skaits bija samazinājies par 50—75% [92, *234. lpp.*]. Latgalē daudzas saimniecības bija pilnīgi izmirušas [92, *254. lpp.*]. Rīgā 1710. gadā nespēja novākt no ielām līķus [92, *234. lpp.*]. Tikai ap XVIII gs. vidu tika likvidētas kara un mēra posta sekas [92, *235. lpp.*]. Rīgu un Vidzemi Krievijai pievienoja 1710. gadā [91, *234. lpp.*], Latgali tikai 1772. gadā [91, *256. lpp.*], bet Kurzemi 1795. gadā [92, *292. lpp.*]. Noslēdzās Latvijas teritorijas pievienošanas Krievijas impērijai vēsturiskais process.

Vienīgā dzelzs manufaktūra, kas netika nopostīta Ziemeļu karā, bija Engures manufaktūra. 1762. gadā daļu manufaktūras pārcēla uz Uguņciemu; tur tā pastāvēja līdz 1780. gadam. Šīs Uguņciema manufaktūras paliekas atrodas 4 km no Upesgrīvas (31 km no Talsiem) uz nelielas saliņas (lejpus Uguņciema dzirnavām) upē. Uz šīs saliņas vēl tagad saglabājušās 1,0—2,5 m augstas dzelzs sārņu kaudzes.

Par Ziemeļu kara laikā sagrauto Ēdas manufaktūru var teikt, ka hercogiene Anna, sava tēvoča Pētera I pamudināta, sāka to atjaunot, taču darbs netika pabeigts [75, *174. lpp.*].

Vispirms jāatzīmē divu Kurzemes hercoga Jēkaba dzelzs manufaktūru vietas, kur XIX gs. beigās atsāka ražot un apstrādāja melno metālu. Tās ir Rendas Dzelzsāmuri (Dzelzāmuri) un Kabiles Upesmuiža.

Rendas Dzelzsāmuros dzelzs manufaktūra pastāvēja kopš 1870. gada. Tā ražoja čugunu, dzelzi un tēraudu, galvenokārt gan pārstrādājot vecos dzelzs un tērauda lūžņus jauna metāla stieņos. Saražotos metāla stieņus veda gan caur Kuldīgu, gar Skrundu pārdot Skodas ebreju tirgotājiem (atpakaļ veda dažādus dzelzs lūžņus), gan arī pārdeva ražojumus Liepājā, Kuldīgā un Sabilē. Manufaktūrai bija divi ūdensratu dzinēji, tā strādāja visu gadu. Par kurināmo lietoja arī akmeņogles. 1887. gadā tajā strādāja trīs cilvēki un saražoja 445 birkavi dzelzs un čugunu, dodot 300 birkavu (3000 pudu) dzelzs izstrādājumu par 6000 rubļiem. 1892. gada grāmatā par manufaktūras īpašnieku atzīmēts barons G. Zass. 1912. gada grāmatā rakstīts, ka tur ražo preces par 7000 rubļiem gadā un par meistaru strādā Georgs Toms [243, *219. lpp.;* 41, *64., 65. lpp.;* 83, *44. lpp.;* 140, *522. lpp.*].

Pēc bijušā ūdens zēna Braunfelda stāstījuma autoram 1952. gada augustā, kalšanas ēkā (upītes kreisajā krastā) bijušas vairākas krāsnis— ēzes, kur karsēts metāls, sametināts lielākos gabalos un pārkalts jaunā, lietojot svirveida āmurus. Āmurus un plēšas darbinājis ūdensrats. Braunfelda uzdevums bijis vajadzīgajā brīdī laist ūdeni uz attiecīgo ūdensratu. Dzelzs lūžņus pieveduši manufaktūrai arī apkārtceļojošie ebreju sīktirgotāji.

Kabiles Upesmuižas dzelzs manufaktūra pastāvēja kopš 1885. gada. Tajā bija ūdensrata dzinējs, darba mašīna, ēze un vagranka. Sākumā tā piederēja kņazam Līvenam, bet ap 1896. gadu A. Gailim. 1885. gadā tur ražoja apmēram 3000 pudu (gandrīz 50 t) metāla un tā izstrādājumu.

Lejpus ūdensrata upes kreisajā krastā atrodas melna zeme ar dzelzs sārņu gabaliem. Uz taciņas upes malā autors atrada zemē iemītu apmēram 45 kg smagu čuguna lieteņa pusdaļu *(133. att.)* [243, *219. lpp.;* 248, *889. lpp.;* 183, *93. lpp.*].

1880. gadā Smārdē pie Slocenes upes (apmēram 800 m attālumā no upes ietekas Valguma ezerā) tirgotājs M. Bērmanis kopā ar kādu Slokas pilsoni nodibināja dzelzs manufaktūru. Upi ierobežoja granīta dambis, un no uzdambējuma veda kanāls uz ūdensratu, kas darbināja šī dzelzsāmura iekārtu. Blakus atradās no biezām plankām būvēta lietuve ar augstu kausēšanas krāsni. Manufaktūrā pārstrādāja veco dzelzi jaunā — gatavoja dzelzs stieņus, ragavu slieču dzelzi, ratu riteņu riepudzelzi, durvju aizslēgu priekškaramo stieņu dzelzi u. c. Augšpus manufaktūras pie upes uzbūvēja dzīvojamo māju strādniekiem, bet mežmalā — noliktavu dzelzs ražojumiem; atsevišķā zemes gabalā iekārtoja dārzu. Saimniecisko grūtību un meistaru vainas dēļ manufaktūra pastāvēja tikai 16 gadus. 1892. gada grāmatā šī manufaktūra nosaukta arī par čuguna lietuvi [49; 83, *257. lpp.*].

1885. gadā barons M. Brinkens iekārtoja dzelzsāmuru Jaunpagastā pie Virbu upītes. Jaunpagasta Dzelzsāmuri atrodas no Sabiles dzelzceļa stacijas lejup pa Virbu upīti apmēram 4—5 km, upītes labajā krastā. 1892. gada grāmatā ir atzīmēts, ka tur par meistaru strādā P. Bebēts, bet 1897. gada grāmatā rakstīts, ka īpašniece ir K. Bergere [243, *219. lpp.;* 248, *889. lpp.;* 83, *25. lpp.*].

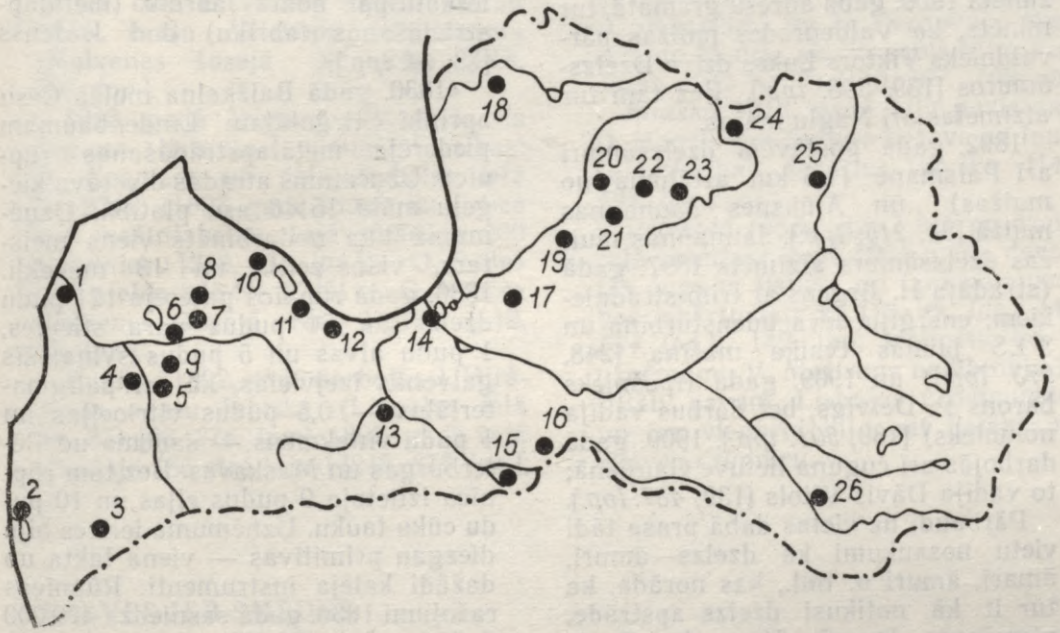
1892. gada grāmatā atzīmēts, ka pastāv dzelzsāmuri arī Lielvirbos (īpašnieks M. Brinkens) un čuguna lietuve ar tvaika āmuru Skaistkalnē [83, *25., 42. lpp.*]. 1897. gada grāmatā šīs vietas vairs nav atzīmētas.

Par Skaistkalnes dzelzsāmuru literatūrā minēts, ka tas dibināts 1872. gadā; 1887. gadā tas piederējis baronam Korfam un iznomāts ameri-

kāņu pavalstniekam. Gadā pārstrādāts 3000 pudu vecas dzelzs jaunā par 4000 rubļiem. Strādājuši nepārtraukti visu gadu astoņi strādnieki 12 stundas katru dienu. Dzelzsāmuros atradusies viena 8 ZS tvaika mašīna, viens tvaika veseris, trīs darba mašīnas, viens katls, trīs krāsnis [243, *219. lpp.*].

Viena no vecākajām Vidzemes Alojas—Staiceles lielceļa (no Ķarogu mežniecības). 1892./93. gada adresu grāmatā šī vieta atzīmēta kā Dzelzsāmurs, kas atrodas astoņas verstis no Ungurpils [84, *215. lpp.*]. Tur pagājušā gadsimta beigās darbojās čuguna ceplis (dzelzs ceplis), kas no purva rūdas un dzelzs lūžņiem ražojis jaunu dzelzi [109, *56. lpp.*].

Caur Smilteni plūst Abuls. Smilte-



114. att. Dzelzsāmuru, dzelzsmanufaktūru, čuguna lietuvju un metālapstrādes rūpnīcu atrašanās vietas: *1* — Ventspils, *2* — Liepāja, *3* — Priekule, *4* — Ķuldīga, *5* — Ēda, *6* — Rendas Dzelzsāmuri, *7* — Lielvirbi, *8* — Jaunpagasts, *9* — Ķabiles Upesmuiža, *10* — Uguņciems, *11* — Engure, *12* — Smārde, *13* — Jelgava, *14* — Rīga, *15* — Bauska, *16* — Skaistkalne, *17* — Ropažu Dzelzsāmuri, *18* — Rozēnu Dzelzsāmuri, *19* — Inčukalna Dzelzsāmuri, *20* — Ķaugurmuiža, *21* — Baižkalna muiža, *22* — Smiltene, *23* — Palsmane, *24* — Gaujiena, *25* — Jaunanna, *26* — Liksnas muiža.

dzelzs manufaktūrām ir Inčukalna manufaktūra, ko nodibināja 1843. gadā pie Dzelzsāmuru upītes. Tās īpašnieki sākumā bija Popovs un Cinks. Tā kā uzbūvētā vesera mehānisms ļoti bieži bojājās un darbs manufaktūrā bija jāpārtrauc, tad jau 1844. gadā uzbūvēja otru veseri [29]. Izejmateriālu manufaktūra saņēma no Zviedrijas, un daudzi strādnieki smagā darbā no tā ieguva mīkstu dzelzi [37, *373. lpp.*]. 1892. gada grāmatā šī manufaktūra nosaukta arī par čuguna lietuvi [84, *215. lpp.*]. 1897. gada adresu grāmatā par dzelzsāmura īpašnieku uzdots M. Volfs [248, *972. lpp.*].

Neilgu laiku darbojies dzelzsāmurs Rozēnu Dzelzsāmuros, kas atrodas Salacas nelielas pietekas Krogupītes krastos, apmēram, 1,5 km attālumā no nes centrā upe tika aizsprostota un ilgu laiku iegūto ūdensenerģiju izmantoja saimnieciskām vajadzībām. Tur arī ilgāku laiku pastāvēja kapara un dzelzsāmuri; tie atzīmēti jau 1872. gada aprakstā par Smilteni [166,

4. tab.]. 1897. gadā par dzelzsāmura īpašnieku minēts G. Tepfers [248, *973. lpp.*]. Vēl ilgi pēc tam šo vietu sauca par «Ēmuru» (āmuru), un pēc šī āmura pēdējā saimnieka aizdambējumu nosauca par Teperi (Tepferu) [184, *71., 72. lpp.*].

Lielās Juglas upes kreisajā krastā (starp Zaķu muižu un Bajāru krogu) atrodas Dzelzsāmuri. Šī vieta ir atzīmēta 1909. gada adresu grāmatā, tur minēts, ka Valdenrodes muižas pārvaldnieks Viktors Lukss dzīvo Dzelzsāmuros [139, *308. lpp.*]. Bez tam tur atzīmētas arī Naglu mājas.

1892. gadā pastāvēja dzelzsāmuri arī Palsmanē (1,5 km attālumā no muižas) un Alūksnes Jaunannas muižā [84, *215. lpp.*]. Jaunannas muižas dzelzsāmurs atzīmēts 1897. gadā (strādāja H. Jirgens ar trim strādniekiem; enerģiju deva ūdensturbīna un 3 ZS jaudas tvaika mašīna [248, *973. lpp.*]) un 1909. gadā (īpašnieks barons P. Delvigs, bet darbus vadīja nomnieks) [139, *501. lpp.*]. 1909. gadā darbojās arī čuguna lietuve Gaujienā; to vadīja Dāvis Vītols [139, *487. lpp.*].

Pārbaudi uz vietas dabā prasa tādi vietu nosaukumi kā dzelzs—āmuri, āmari, āmuri u. tml., kas norāda, ka tur it kā notikusi dzelzs apstrāde, piemēram, Iecavā, Vecsaulē, Popē, Anneniekos, Sunākstē, Blīdenē, Zlēkās, Zaubē, Gaiķos u. c. [53, *66., 252., 253.* un *282. lpp.*] (vai tur nav atlikušas kādas pēdas no dzelzs ražošanas, piemēram, dzelzs sārņi). Neskaidrs pagaidām arī jautājums par dzelzs apstrādāšanu un tās apjomu t. s. Kaparāmuros, kas atradās Ikšķilē, Vangažos, Allažos, Iecavā u. c. Par to, ka šajās vietās ražota vai pārstrādāta dzelzs, liecina autora atrastie dzelzs sārņi Ikšķiles Kaparāmuros.

Laukos pastāvēja arī naglu fabrikas—darbnīcas. Piemēram, 1860. gadā Rīgas apriņķī bija viena naglu darbnīca ar 30 strādniekiem [91, *432. lpp.*], 1897. gadā Kaugurmuižā ar trim strādniekiem un 8 ZS jaudas tvaika mašīnu [248, *977. lpp.*] u. c. Pastāvēja arī adatu fabrikas. Nelielu ieskatu par adatu fabriku (metālapstrādāšanas fabriku) dod J. Jenšs [73, *14. lpp.*]:

«1830. gadā Baižkalna muižā Cēsu apriņķī tirgotājam Lindenbaumam piederēja metālapstrādāšanas rūpnīca. Uzņēmums atradās divstāvu ķieģeļu mājā 15×6 asu platībā. Uzņēmumā tika nodarbināts viens meistars, viens zellis un 13 mācekļi. 1830. gadā rūpnīca patērēja 121 pudu dzelzs un 54 pudus vara stieples, 1 pudu alvas un 5 pudus svina; šīs galvenās izejvielas, kā arī palīgmateriālus — 0,5 pudus vitrioeļļas un 1 pudu vīnakmens — saņēma no Pēterburgas un Maskavas. Bez tam rūpnīca izlietoja 9 pudus eļļas un 10 pudu cūku tauku. Uzņēmuma ierīces bija diezgan primitīvas — viena lakta un dažādi kalēja instrumenti. Rūpnīcas ražojumi 1830. gadā sasniedza 470 000 dažādu adatu, 80 000 mārciņu tērauda un 200 mārciņu dzelzs adāmo adatu, 800 mārciņu kniepadatu, 390 000 pāru āķu, 20 drāšu sietiņu, 150 peļu slazdu u. c.»

Jāatzīmē, ka liela adatu fabrika atradās arī Latgalē Liksnas muižā (īpašnieks grāfs Plāters-Zībergs), kur 1897. gadā strādāja pat 200 strādnieku [248, *158. lpp.*].

METĀLA RAŽOŠANA UN APSTRĀDE MAZAJĀS PILSĒTĀS UN CIEMATOS

Saimnieciskai dzīvei paplašinoties, metāla liešanu un apstrādi ar spiedienu veica arī nelielās pilsētās un ciematos.

Jelgavā 1872. gadā uzņēmumu (aiz Dobeles vārtiem) nodibināja A. Blumbergs; tas gadā pārstrādāja 8000 pudu angļu čuguna un 2100 pudu tērauda.

1881. gadā dibināts J. Valdovska uzņēmums, kas gadā pārstrādāja

4000 pudu angļu čuguna un 500 pudu krievu dzelzs. Uzņēmumā bija divas vagrankas, divas ēzes un viens tvaika veseris.

1882. gadā tika nodibināts E. Vēbera uzņēmums (aiz Annenieku vārtiem Kalvenes šosejā) [243, *215.—217. lpp.*].

1897. gadā Jelgavā bija trīs čuguna lietuves: viena A. Blumberga uzņēmumā, otra E. Vēbera uzņēmumā un trešā brāļu Vitekopfu uzņēmumā (Kalvenes šosejā Nr. 24) [248, *868. lpp.*].

1913. gadā Jelgavā pastāvēja trīs čuguna lietuves un mašīnfabrikas: A. Krāmera un dēla Dobeles ielā Nr. 27/33 (1897. gadā šo fabriku sauca par mašīnfabriku, tajā strādāja 100 strādnieku [248, *868. lpp.*]), O. Sades Lilienfelda ielā Nr. 27/31 un G. Vēbera Kalvenes šosejā Nr. 14/16 [140, *48. lpp.*].

Kuldīgā 1892. gadā darbojās J. Hiršmana adatu fabrika (Liepājas ielā Nr. 35) [83, *276. lpp.*]. 1897. gadā tajā strādāja 156 strādnieki [248, *878. lpp.*], bet 1913. gadā viņš adatu fabrikas vietā iekārtoja čuguna lietuvi (Liepājas ielā Nr. 37). J. Hiršmana adatu fabrikas vietā bija radītas divas citas adatu fabrikas — Kuldīgas adatu fabrika Planīcas ielā Nr. 8 un Meteora adatu fabrika Kaļķu ielā Nr. 10 [140, *107., 108. lpp.*].

Ventspilī 1913. gadā pastāvēja trīs čuguna lietuves: Betes un Blanka (Vladimira ielā Nr. 11), K. Gaiļa (Galenciemā) un N. Pernova («Rudskis un biedri» akciju sabiedrība Kuldīgas alejā Nr. 7) [140, *107., 108 lpp.*].

Bauskā 1913. gadā bija pazīstama D. Hansberga čuguna lietuve un lauksaimniecības iekārtu fabrika [140, *594. lpp.*].

Priekulē (apmēram 1 km no dzelzceļa stacijas) kopš 1904. gada darbojās čuguna lietuve un lauksaimniecības iekārtu fabrika [18, *49. lpp.*; 140, *594. lpp.*]. 142. lpp. atzīmēts, ka šo uzņēmumu V. Matisons nodibināja kā filiāli savam Liepājas uzņēmumam, un tas vienbrīd bija pat lielāks par galveno rūpnīcu.

KALVES JEB SMĒDES

Dzelzs un tērauda apstrādi laukos un pilsētās, tāpat kā iepriekšējos gadsimtos, veica arī kalēji. Viņu vajadzībām ceļa malā parasti uzbūvēja atsevišķu ēku t. s. kalvi jeb smēdi. Uz muižnieku zemes uzcelto kalvi muižnieks XIX gs. beigās un XX gs. sākumā iznomāja kalējam. Viena tāda smēde ir pārvesta no Mērsraga uz Brīvdabas muzeju. Tā datēta ar XIX gs. otro pusi.

Šādās smēdēs kala daudz dažādus sadzīves priekšmetus, lauksaimniecības instrumentus (lemešus, izkaptis, dakšas), ratu riteņu riepas, durvju viras, enkuru saites mājām, apkala zirgus, remontēja lauksaimniecības mašīnas. Pilsētu kalēji izgatavoja arī māksliniecīskus kalumus sētu žogiem un vārtiem, balkoniem un trepju margām, kapsētu krustiem u. tml.

Nelielu ieskatu par kalvju skaitu dod šādi literatūrā sastopami skaitļi: Rīgas pilsētā 1889. gadā bija 60 smēdes [85], 1914. gadā — 100 smēdes [148], Kurzemē 1892. gadā bija 95 smēdes [83, *279. lpp.*], 1909. gadā Valmierā bija septiņas, Cēsīs septiņas, Limbažos četras smēdes [139, *118., 119., 215., 243. lpp.*], 1912. gadā Kuldīgā bija 18, Jelgavā 12, Liepājā 10, Ventspilī deviņas, Tukumā sešas, Talsos četras smēdes [140, *51., 108., 233., 255., 297. lpp.*].

Kalēji metālu vai nu pirka, vai arī viņiem to piegādāja pasūtītāji. Par kurināmo sākumā izmantoja kokogles, vēlāk pakāpeniski pārgāja uz akmeņoglēm, lietojot tā saucamās kalēju ogles.

115. att. Lauku kalve XX gs. sākumā Saukā. Zirga apkalšana. [94, Nr. 167].

METĀLA RAŽOŠANA UN APSTRĀDE RĪGAS RŪPNĪCĀS (FABRIKĀS)

Par melnā metāla ražošanu un tā apstrādi Rīgā ir samērā maz ziņu. Plašāku ieskatu sniedz tikai divi Rīgas Tehniskās biedrības rakstu krājumi, no kuriem viens izdots 1903. gadā [145], otrs — 1912. gadā [21]. Bez tam lieti noder arī J. Jenša pētījumi par kapitālistiskajām manufaktūrām [73].

Kā senāko un lielāko čuguna lietuvi var atzīmēt lietuvi tirgotāja F. Grjaznova fabrikā, kas pastāvēja laikā no 1785. līdz 1832. gadam. Šī manufaktūra atradās Maskavas priekšpilsētā koka mājā.

1804. gadā manufaktūrā meistaru uzraudzībā strādāja seši zeļļi un četri strādnieki, kas šajā gadā izgatavoja dažādus izstrādājumus 2385 pudu kopsvarā (1816. gadā — 3935 pudu). No šiem 2385 pudiem izstrādājumu 1735 pudi ir katli un dažādi krāsns piederumi (ražoja galvenokārt čuguna atlējumus). Manufaktūrā gatavoja arī mašīnas. Piemēram, 1804. gadā no 135 pudiem dzelzs izgatavoja trīs kuļmašīnas un piecus salmu griezējus. Čuguna katlus pārdeva Kurzemē un Polijā, rēķinot divus rubļus par katru pudu no katla svara.

1816. gadā bez meistara pie vagrankas (J. Jenšs vagranku nepareizi nosauc par domeņu krāsni) strādāja arī astoņi zeļļi un seši brīvie kalēji, t. i., kopā 15 cilvēku. Uzņēmuma iekārta saglabājās agrākā (1812. gadā sakarā ar Napoleona I karaspēka tuvošanos Rīgai tika nodedzinātas Rīgas priekšpilsētas [91, *370. lpp.*]): vagranka (čuguna kausēšanai), krāsns liešanas formu žāvēšanai, plēšas gaisa iepūšanai vagrankā un kalēju ēzēs, čuguna liešanas kausi, stieņi čuguna maisīšanai, liešanas formas katlu atliešanai, kalēju ēzes, veseri čuguna sadrupināšanai un dzelzs kalšanai.

Izejmateriālu ieveda no citurienes. 1804. gadā patērēja 2700 pudu (1816. gadā — 4000 pudu) čuguna, 300 pudu (1816. gadā — 350 pudu) dzelzs slokšņu un 200 pudu (1816. gadā — 660 pudu) dzelzs plātņu, bez tam vēl 1500 pudu (1816. gadā — 2700 pudu) angļu akmeņogļu un 1700 četvertu (1816. gadā — 2500 pudu) kokogļu [73, *12.—13. lpp.*].

Rīgas rātes 1797. gada fabriku sarakstā uzskaitīti vēl divi metālapstrādes uzņēmumi, kas piederēja tirgotājiem Ņ. Ivanovam un K. Holmanim.

XIX gs. sākumā tie vairs nepastāvēja. 1797. gadā Ņ. Ivanova rūpnīcas produkcija bija 1000 pudu, bet K. Holmaņa — 600 pudu. Ņ. Ivanova uzņēmumā izmantoja gan vecu, gan jaunu dzelzi (čugunu?) — gatavoja katlus ar kājiņām (grāpjus) un ar tiem apgādāja Rīgas tirgotājus, rēķinot pusotru rubli par pudu. Otrs uzņēmums specializējās naglu un enkuru izgatavošanā; ražojumus pārdeva, rēķinot vidēji četrus Alberta dālderus par pudu pārstrādātās dzelzs [73, *12. lpp.*]. K. Holmaņa rūpnīcu jeb naglu fabriku minējis arī F. Ekards 1792. gadā izdotajā grāmatā [51, *IV tab.*]. Šajā grāmatā arī atzīmēts, ka pastāv naglu fabrika Ropažu draudzē [51, *II tab., 3*].

1832. gadā Rīgas tirgotājs J. Vērmanis Sarkandaugavas rajonā nodibināja čuguna lietuvi, mašīnu un kuģu būves rūpnīcu. No sākuma tā bija neliela darbnīca, kas vēlāk izauga par lielu rūpnīcu, kur ražoja pat tvaika katlus, tvaika mašīnas, tvaikoņus un bagarus. Šīs rūpnīcas dibināšanas gadu mēdz uzskatīt arī par mašīnbūvniecības sākumu Rīgā [21, *11. lpp.*] *(116. att.)*.

Rūpnīca galvenokārt specializējās dažādu iekārtu izgatavošanā miecētavām, ādas fabrikām, dzirnavām, gateriem, eļļas spiestuvēm, spirta dedzinātavām un alusdarītavām. Vēlāk sāka ražot dažādus ar roku vai tvaiku darbināmus sūkņus un ugunsdzēšanas spiedsūkņus, lokomobiles, hermētiski noslēdzamas krāsns durtiņas, čuguna

116. att. J. Vērmaņa un dēla čuguna lietuves un mašīnu fabrikas reklāmas zīmējums [150]. Attēla labajā pusē — lietuve. Redzami dažādi atlējumi (zobrati, caurules, formkastes), lakta u. c.

caurules gāzes, tvaika un ūdens vadiem, dažāda veida čuguna atlējumus, saimniecības piederumus, transmisijas iekārtas, turbīnas un lauksaimniecības mašīnas, kā ģēpeļus, vētījamās mašīnas, arklus, ecēšas u. c. Arī pirmie Rīgas tvaikoņi būvēti šajā rūpnīcā [91, *54. lpp.*].

Rūpnīcai lielāko daļu metāla veda no Pēterburgas, bet tēraudu, alvu, vīles, akmeņogles un koksu — no Anglijas. 1860. gadā rūpnīcu novērtēja par 100 000 sudraba rubļiem, un tā deva gadā ražojumus par 80 000 sudraba rubļiem [207, *435. lpp.*]. Uzplaukuma laikā rūpnīcas dažādās darbnīcās strādāja 320—360 strādnieku (1860. gadā 220 strādnieku) [207, *435. lpp.*]. Pirmais rūpnīcas vadītājs bija mašīnu inženieris J. Felzers; pēc viņa nāves vadību pārņēma viņa dēls K. Felzers, taču pēc dažiem gadiem viņš atkāpās no šī amata (1871. gadā). Tad rūpnīcas vadību uzņēmās inženieris H. Hedike (viņa laikā rūpnīca nodega un atkal tika atjaunota), pēc viņa — inženieris R. Tomsons. Darba mašīnu piedziņai rūpnīcā lietoja tvaika mašīnu.

Vērmaņa čuguna lietuvē darba dienas ilgums bija noteikts 12 stundas. Darba diena sākās piecos no rīta un turpinājās līdz septiņiem vakarā ar pārtraukumu vienu stundu pusdienām, pusstundu brokastīm un ceturtdaļstundu launagam. Bez tam strādniekam vajadzēja sakarā ar fabrikanta pieprasījumu katru nedēļu nostrādāt 6—8 virsstundas, saņemot par to parasto darba algu. Tādējādi darba dienas ilgums faktiski bija 13—14 stundas. 1858. gadā strādnieki čuguna lietuvē nedēļā pelnīja divus sudraba rubļus un vairāk. Katrā darba vietā lietuvē atsevišķam strādniekam bija noteikta sava darba alga. Darba algu noteica pēc 14 dienu ilga pārbaudes laika. Strādniekus pēc iespējas pārskaitīja uz gabaldarbu apmaksu [91, *440., 441. lpp.*].

Vērmaņa rūpnīca savu darbību izbeidza 1888. gadā. Pirms tam tās trīs speciālisti (P. Rozenkrancs, A. Lange un K. Felzers) katrs nodibināja savu čuguna lietuvi, mašīnfabriku vai kuģu rūpnīcu [21, *12. lpp.*].

«Rozenkranca un Ko» čugunlietuve, mašīnbūves un katlu rūpnīca nodibināta 1852. gadā II Ganību dambī Nr. 11, un tā pastāvēja līdz pirmajam pasaules karam. Rūpnīcas kopskats reklāmas zīmējumā ir dots 117. attēlā, bet rūpnīcas plāns ap 1900. gadu — 118. attēlā.

1860. gadā rūpnīcā bija nodarbināti 70 strādnieki, rūpnīcas vērtība sasniedza 50 000 sudraba rubļu, produkcijas vērtība — 43 000 sudraba rubļu.

Kad rūpnīcas vadību uzsāka J. Ports un mašīnu inženieris P. Rozenkrancs, viņi tās darbību paplašināja, 1897.—1899. gadā uzbūvēja jaunu montāžas darbnīcu (blakus modeļu galdniecībai) un modernu lietuvi, kā arī iegādājās jaunas darba mašīnas. Rūpnīcā bija 72 dažādas darba mašīnas, divas vagrankas, trīs žāvēšanas kameru krāsnis, divi tilta krāni. Lietuvē varēja atliet līdz 750 pudu smagu atlējumu. Nodarbinot apmēram 18 ierēdņus un 300 strādniekus (1901. gadā 230 strādnieku), rūpnīcā ražoja dažādas mašīnas un katlus, tvaika mašīnas ar jaudu līdz 300 ZS.

Rūpnīcā apguva zāģētavu iekārtu, ķīmisko fabriku aparātu, linu apstrādes iekārtu, ķieģeļu un kūdras prešu, kā arī transmisijas iekārtu ražošanu. Izmērot rūpnīcas plānā *(118. att.)* ēku laukumus, redzams, ka lietuves platība ir apmēram 825 m^2, katlu smēdes — 325 m^2 un smēdes — 125 m^2 [21, *12. lpp.*; 65, *67., 68. lpp.*; 92, *48. lpp.*; 148; 181, *412. lpp.*].

«Lange un dēls» akciju sabiedrības Rīgas kuģu un mašīnbūves rūpnīcu nodibināja 1869. gadā J. Vērmaņa rūpnīcas tehniķis A. Lange un enkuru kalējs J. Skuja. Rūpnīcā darbības sākumā bija 40 strādnieku. Tā atradās Kuģu ielā Nr. 44 pie Āgenskalna līča *(119. att.)*.

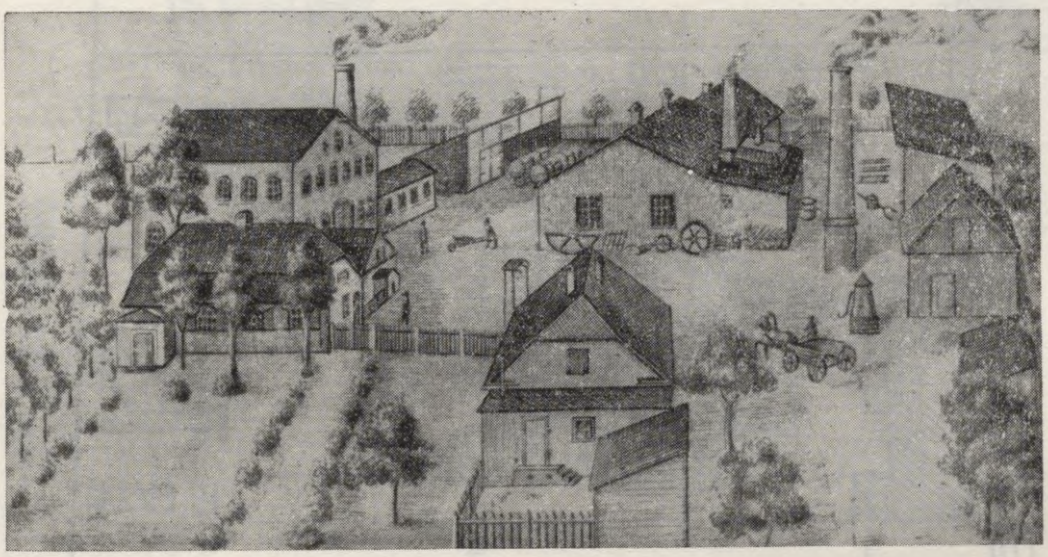
1886. gadā no rūpnīcas aizgāja J. Skuja (nodibināja savu rūpnīcu), viņa vietā stājās A. Langes vecākais dēls J. Lange. 1898. gadā rūpnīcu pārvērta par akciju sabiedrību ar pamat-

kapitālu 600 000 rubļu un paplašināja tās darbību. 1897. gadā rūpnīcā strādāja 125 strādnieki, vēlāk to skaits palielinājās pat līdz 600 strādniekiem.

Līdz 1912. gadam rūpnīca deva 234 lielākus būves objektus: tvaikoņus (ar ratiem, ar dzenskrūvi, ar divām dzenskrūvēm), bureniekus, bagarus, prāmjus, peldošos krānus, ledlaužus, mīnukuģus u. c.

Šmēdē atradās tvaika veseris. Rūpbet vēlāk to skaits pieauga pat līdz 4500. Līdz 1886. gadam tika saražots 10 000 vagonu, bet līdz 1909. gadam šis skaitlis tika kāpināts līdz 75 000 (1900. gadā deva 6000 vagonu!).

Fabrikā ražoja ne tikai slēgtos preču vagonus, bet arī platformas, ogļu vagonus, ledus vagonus, cisternas, spirta cisternas, alus cisternas, kā arī dažādu klašu pasažieru vagonus un tramvaju vagonus.



117. att. «Rozenkranca un Ko» rūpnīcas attēls reklāmas zīmējumā [150]. Ēka vidū — lietuve. Tai blakus atrodas divvīru liešanas kauss (ar dakšu stieni), priekšpusē — dažādi atlējumi (siksnas skriemelis, zobrati u. c.), kreisajā pusē — tvaika katls.

nīcas vajadzībām darbojās čuguna lietuve ar vagranku un krāsaino metālu lietuve. Čuguna lietuve kopā ar vagrankas telpu, apciršanas—aptīrīšanas iecirkni un krāsaino metālu lietuvi aizņēma apmēram 800 m², smēde — ap 590 m², katlu smēde — ap 1100 m². Pirmā pasaules kara laikā rūpnīcu evakuēja uz Petrogradu [245, *67. lpp.*; 21, *14. lpp.*; 65, *60. lpp.*; 79, *64.—67. lpp.*; 181, *410.—412. lpp.*].

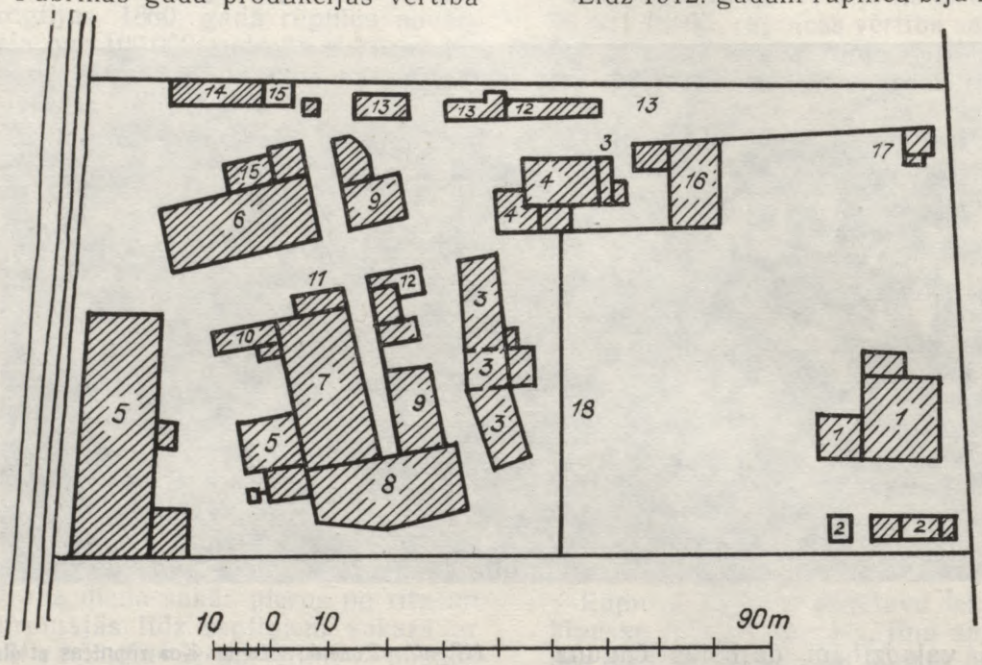
Palielinoties Krievijā dzelzceļu tīklam, radās lielāka vajadzība pēc vagoniem. Tādēļ 1869. gadā Ķelnes uzņēmums «Cipens un Šarljē» nodibināja Valmieras ielā Nr. 6 vagonu ražošanas Rīgas nodaļu. 1874. gadā uzņēmumu pārvērta par Krievu-Baltijas vagonu fabrikas akciju sabiedrību ar pamatkapitālu 1 000 000 rubļu. Sākumā tanī strādāja 200 strādnieku,

Smēdē bez 16 tvaika veseriem atradās arī lielāks skaits hidraulisko prešu — to starpā divas 500, viena 350 t un divas 140 t liela spiediena preses. Bez tam smēdē izmantoja gaisa veseri, septiņus celtņus, trīs parastās kalēju krāsnis, trīs dubultdarbojošos ūdens sūkņus presēm, divus gaisa kompresorus. Fabrikas kopskats parādīts 120. attēlā. Spriežot pēc rūpnīcas plāna [181, *485. att.*], atsperu smēdes platība bija ap 330 m², parastās smēdes platība — ap 5600 m².

Lietuve (tās platība ap 950 m²) deva gadā vidēji 5,5 miljonus mārciņu čuguna atlējumu un 414 500 mārciņu vara sakausējumu. Čuguna kausēšanai lietoja divas vagrankas ar ražotspēju 250 pudu čuguna stundā (vagrankas iekšējais diametrs 820 mm), t. i., apmēram 4 t/st, trīs tīģeļkrāsnis ar 150 pudu ietilpību. Lietuvē atradās arī viens grozāms ceļamkrāns.

Fabrikas gada produkcijas vērtība pēc viņa nāves to pārņēma mantinieki. 1897. gadā rūpnīcu pārvērta par akciju sabiedrību ar pamatkapitālu 600 000 rubļu, ko vēlāk palielināja līdz vienam miljonam rubļu. Ierēdņu skaits sasniedza 70, strādnieku — 800. Sākumā rūpnīca deva čuguna atlējumus, bet vēlāk tās ražojumu sortimentā galvenokārt ietilpa tvaika katli un mašīnas.

Līdz 1912. gadam rūpnīca bija izga-



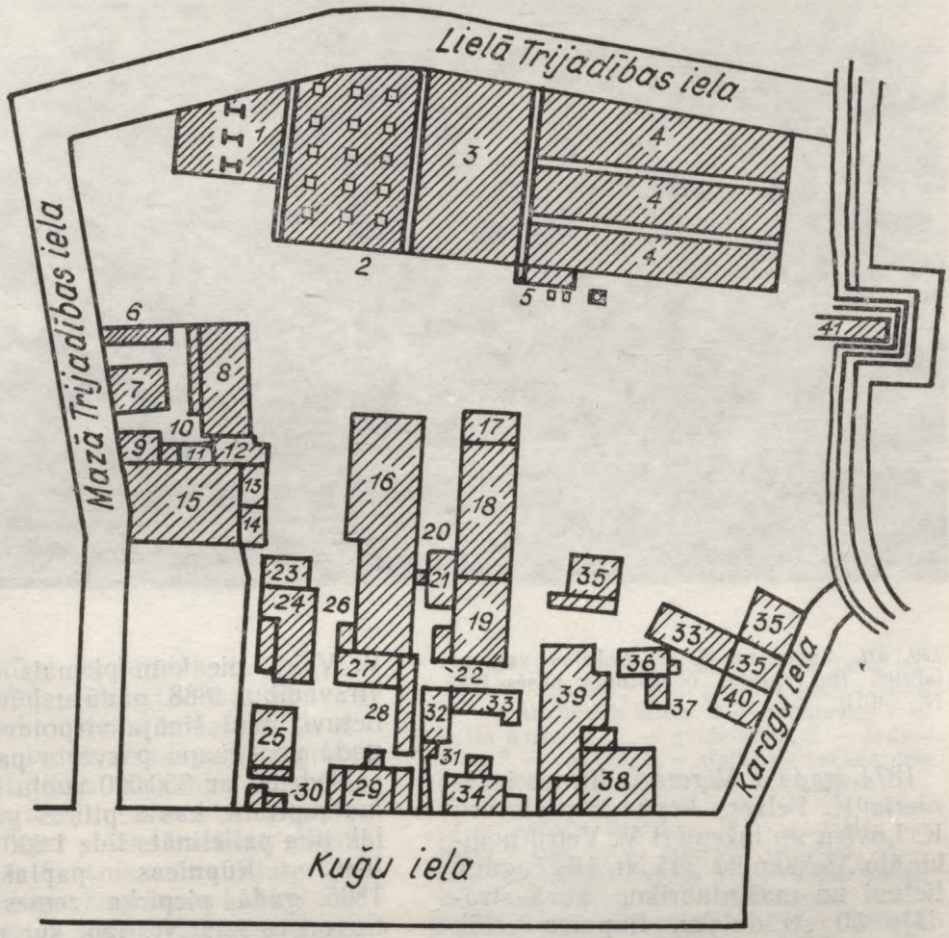
atkarībā no konjunktūras bija apmēram 8—10 miljoni rubļu. Pirmajā pasaules karā fabriku evakuēja uz Tveru. Jāpiezīmē, ka 1909. gadā fabrikā apguva arī automobiļu ražošanu [215, *61. lpp.*; 245, *67. lpp.*; 28, *49. lpp.*; 65, *74. lpp.*; 92, *54. lpp.*; 181, *402.—404. lpp.*].

«Riharda Poles» akciju sabiedrības Mašīnbūves fabriku, čuguna lietuvi un katlu smēdi 1870. gadā nodibināja P. Rozenkranca firmas atslēdznieka meistars R. Pole un lietuves meistars Veitmans. Uzņēmums atradās I Ganību dambī Nr. 17/19 (otrā pusē bija izeja uz Rūpniecības ielu).

1876. gadā meistars Veitmans aizgāja atpakaļ uz veco darba vietu, un rūpnīcu turpmāk vadīja R. Pole, bet

118. att. «Rozenkranca un Ko» rūpnīcas plāns ap 1900. gadu [181, *495. att.*]: *1* — īpašnieka divstāvu dzīvojamā ēka, *2* — saimniecības ēkas, *3* — ierēdņu dzīvokļi, *4* — birojs, *5* — lietuve, *6* — katlu smēde, *7* — divstāvu ēka: augšā — virpotava un atslēdznieku darbnīca, apakšā — virpotava, *8* — divstāvu ēka: augšā — modeļu galdniecība, apakšā — montāžas un atslēdznieku darbnīca, *9* — smēde, *10, 11* — novietnes štancēm, urbjmašīnām, velmēm u. tml., kā arī katlu smēdei, *12* — modeļu noliktava, materiālu novietne, fabrikāti u. tml., *13* — zirgu stallis un ratu novietne, *14* — koksa šķūnis, *15* — apdares darbnīca, *16* — krāsotava, *17* — vārtsarga vieta, *18* — sēta.

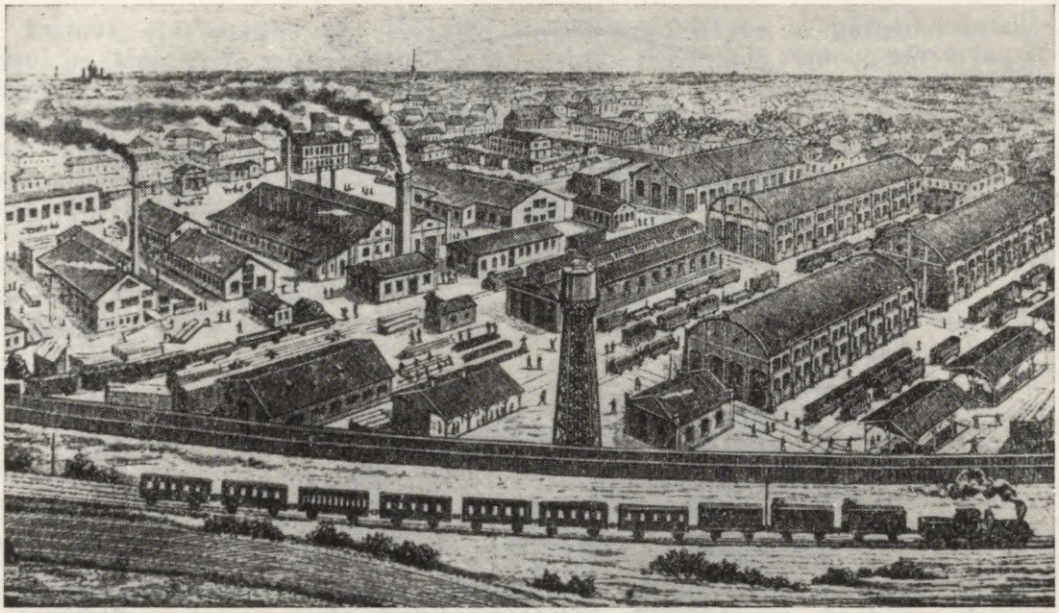
tavojusi apmēram 1000 tvaika katlu, 700 tvaika mašīnu, 1400 koka apstrādes mašīnu un 400 ādas ģērēšanas mašīnu.



121. attēlā dots rūpnīcas plāns ap 1900. gadu, bet 122. attēlā — skats uz rūpnīcu no Rūpniecības ielas puses. Analizējot rūpnīcas plānu, redzams, ka čuguna lietuves platība sasniedza 1500 m², smēdes platība — 330 m². Bez tam rūpnīcā pastāvēja krāsaino metālu lietuve (50 m²) un katlu smēde (1620 m²). Pirmā pasaules kara laikā rūpnīcu daļēji evakuēja uz Voroņežu [236; 245, *67. lpp.;* 21, *14. lpp.;* 65, *65., 66. lpp.;* 92, *53. lpp.;* 181, *407., 408. lpp.*].

V. Jeckeviča čuguna lietuve un mašīnu fabrika nodibināta 60. gados. 1874. gadā tā nodega. Rūpnīcā gatavoja galvenokārt lauksaimniecības mašīnas [21, *19.—27. lpp.;* 181, *406., 407. lpp.*].

119. att. A. Langes un dēla rūpnīcas plāns ap 1900. gadu [181, *494. att.*]: *1* — smēde, *2* — katlu smēde, *3* — darba mašīnu novietne, *4* — kuģubūves darbnīcu nojume, *5* — atkvēlināšanas krāsns, *6* — ratu šķūnis, *7* — modeļu noliktava, *8* — materiālu pārvalde un krāsotava, *9* — žāvēšanas kamera, *10* — krāsaino metālu lietuve, *11* — serdeņu darbnīca, *12* — lietuves mašīnu telpa, *13* — apdares iecirknis, *14* — vagrankas telpa, *15* — čuguna lietuve, *16* — virpotava un atslēdznieku darbnīca, *17* — vara smēde, *18* — modeļu galdniecība, *19* — konstruktoru birojs, *20* — katlu māja, *21* — vecā mašīntelpa, *22* — jaunā mašīntelpa, *23* — koksa noliktava, *24* — vecā smēde, *25* — noliktava, *26* — telpa instrumentu gatavošanai, *27* — rūpnīcas birojs, *28* — kantoris, *29* — kantoris un dzīvojamā ēka, *30* — pagrabs, *31* — ratnīca, *32* — pagrabs un ratnīca, *33* — noliktava, *34* — dzīvojamā ēka, *35* — malkas noliktava, *36* — noliktava, *37*, *38* — dzīvojamās ēkas, *39* — dārzs, *40* — stallis, *41* — krāns.



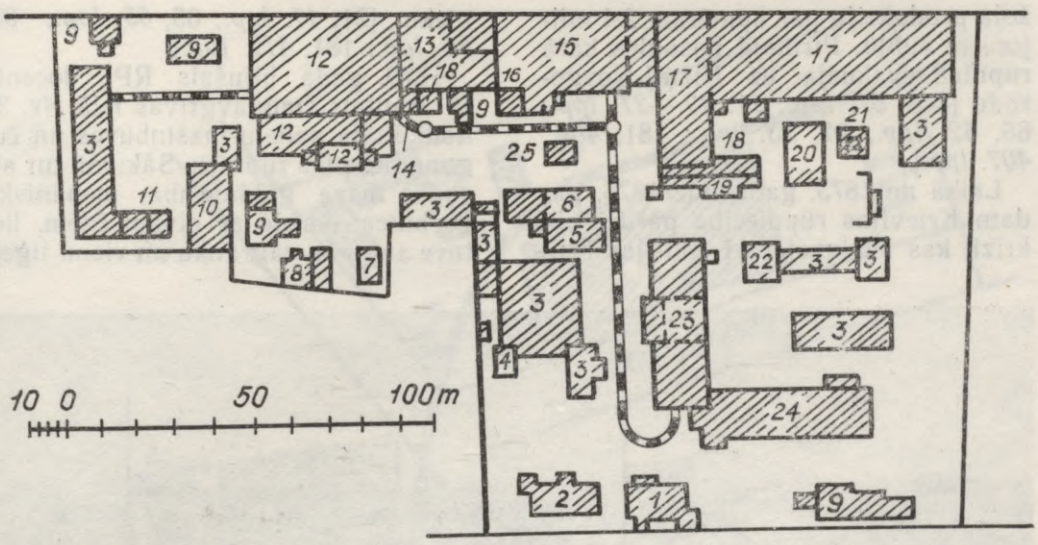
120. att. Skats uz Krievu-Baltijas vagonu fabriku (no pilsētas ūdenstorņa puses [94, Nr. 1401]).

1874. gadā J. Vērmaņa firmas inženieris K. Felzers kopā ar profesoru K. Lovisu un inženieri V. Veiru nodibināja Aleksandra ielā Nr. 184 čuguna lietuvi un mašīnfabriku, kurā strādāja 50 strādnieku. Rūpnīca vēlāk izauga par lielu uzņēmumu («Felzers un Ko»), kurā strādāja pat 1000 strādnieku (tikai vīrieši). Sākumā tā aizņēma divas koka ēkas: vienā atradās lietuve ar vienu vagranku un divas kalēju ēzes, otrā — virpotava ar četrām virpām, kā arī maza modeļgaldniecība ar trim mašīnām.

Savas darbības sākumā rūpnīca deva dažādus čuguna atlējumus Krievu-Baltijas vagonu fabrikai, kam nebija vēl savas lietuves, kā arī čuguna caurules pilsētas gāzes un ūdens vadiem. Jau pirmajā gadā nācās uzbūvēt katlu smēdes ēku, bet otrajā, pateicoties 16 collu čuguna cauruļu pasūtījumiem pilsētas ūdensstacijai, vajadzēja paplašināt arī lietuvi un uzbūvēt otru vagranku.

Pēc K. Felzera nāves (1884. g.) rūpnīcu tālāk vadīja K. Loviss un V. Veirs, pie kam pirmais uzņēmās virsvadību. 1888. gadā uzbūvēja otru lietuvi, paplašināja virpotavu. 1891. gadā uzņēmumu pārvērta par akciju sabiedrību ar 350 000 rubļu lielu pamatkapitālu, kas septiņus gadus vēlāk tika palielināts līdz 1 600 000 rubļiem. Rūpnīcas paplašināšanai 1895. gadā piepirka zemes gabalu Suvorova ielā Nr. 136, kur uzbūvēja katlu smēdi, ko pēc četriem gadiem paplašināja. Turklāt vecajā vietā (pie Aleksandra ielas) uzbūvēja jaunu lielu lietuvi ar divām vagrankām, tilta krānu, žāvēšanas kameru, ar gāzes motoru darbināmu pārvietojamu žāvēšanas krāsni un tīģeļkrāsnis bronzas un misiņa kausēšanai. To visu atkal 1899.—1900. gadā paplašināja ar piebūvi trešajai vagrankai un dažādām palīgmašīnām. Paplašināja arī smēdi un citas darbnīcas, kā arī modernizēja iekārtu. Kad 1903. un 1904. gadā vajadzēja piegādāt čuguna caurules jaunajai ūdens sūkņu stacijai, iekārtoja jaunu cauruļu lietuvi ar divām vagrankām.

1899. gadā no rūpnīcas vadības aizgāja prof. K. Loviss; viņa vietā stājās Rīgas Politehniskā institūta absolvents K. Pečke (līdz 1906. gadam).



121. att. R. Poles rūpnīcas plāns ap 1900. gadu [181, *487. att.*]: *1* — galvenā kantora ēka, *2* — konstruktoru birojs, *3* — noliktava, *4* — kastu darbnīca, *5* — galdniecība, *6* — krāsotava, *7* — ratnīca, *8* — stallis un kučiera dzīvoklis, *9* — dzīvojamā ēka, *10* — koksa šķūnis, *11* — formkastu darbnīca, *12* — lietuve, *13* — apdares iecirknis, *14* — centrālās apkures krāsns, *15* — semaforu darbnīca, *16* — krāsaino metālu lietuve, *17* — katlu smēde, *18* — mašīntelpa, *19* — katlu māja, *20* — smēde, *21* — sadales darbnīca, *22* — pārbaudes darbnīca, *23* — virpotava, darbnīcas kantoris, *24* — montāžas un atslēdznieku iecirknis, *25* — skārdu locīšanas mašīna.

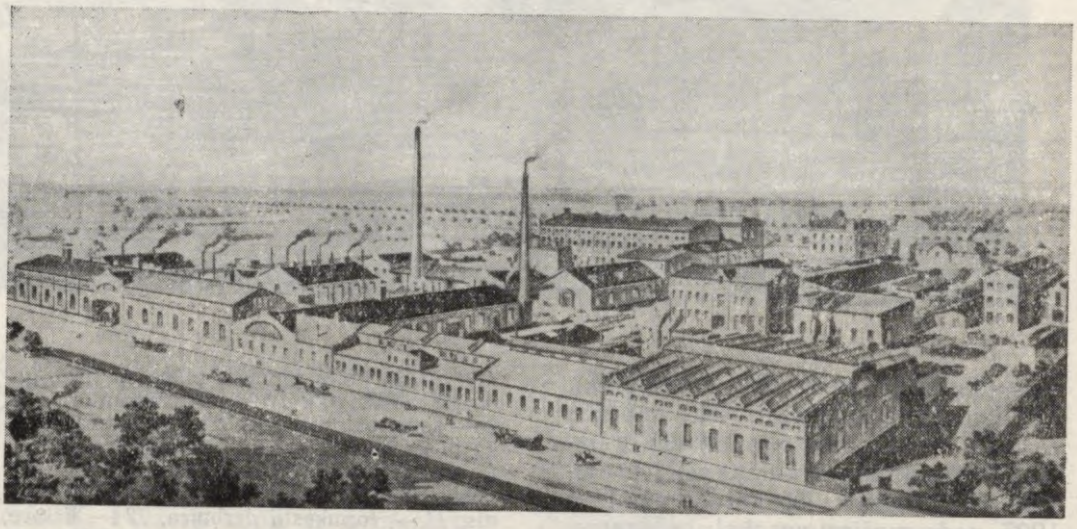
Taču jāatzīmē, ka vēlāk K. Loviss tika atkal ievēlēts direkcijā. Pie rūpnīcā ražoto tvaika mašīnu konstrukciju uzlabošanas daudz strādāja RPI profesors N. Šīmanis. Apskatot rūpnīcas 1907. gada mašīnu sarakstu, redzams, ka tajā ietilpst piecas dažādas metāla kausējamās krāsnis ar ventilatoriem, transportējama žāvēšanas krāsns, viena formzemes sagatavošanas iekārta ar astoņām mašīnām, viena cauruļu formētava, divas paraugu preses, sešas rokas formēšanas mašīnas, 11 tilta celtņi ar 10—30 t celtspēju un elektrisku piedziņu, 22 tilta celtņi ar 3—15 t celtspēju un rokas piedziņu, 11 dažādas celšanas ietaises ar 1—3 t celtspēju, viena atkvēlināšanas krāsns, viena rūdīšanas krāsns, viena liesmas krāsns, viens tvaika veseris, 27 kalēju ēzes, septiņi nosūcējventilatori, četri mehāniskie vara veseri, 10 mašīnas modeļgaldniecībai u. c. Rūpnīcas plāna *(123. att.)* mērogi liecina, ka lietuves platība ir ap 3600 m², smēdes platība — ap 300 m², katlu smēdes platība — ap 3300 m², kapara smēdes platība — 380 m².

Rūpnīca nepārtraukti paplašināja produkcijas apjomu, taču kapitālistiskās sistēmas krīzes apstākļos pēc uzplaukuma nācās kādu laiku samazināt ražošanu, t. i., atlaist no darba arī strādniekus. Tādas depresijas bija 1878./79., 1883./84., 1885./86., 1889.—1891., 1901.—1903., 1905.—1907. gados. Ražojumu sortiments bija ļoti plašs: dažādi čuguna atlējumi, ūdens caurules, alusdarītavu iekārtas, tvaika katli, tvaika mašīnas, gateri, spirta dedzinātavas iekārtas, turbīnas, eļļas spiedes, lauksaimniecības mašīnas, spirta destilācijas iekārtas, saldēšanas iekārtas, darba mašīnas, pārkarsētāji, dīzeļa motori u. c. Čuguna atlējumus gatavoja līdz 3500 pudu smagus, ūdens caurules — līdz 20 atm. spiedienam. 1900. gadā rūpnīca sara-

žoja produkciju par apmēram 2,4 miljoniem rubļu. Pirmajā pasaules karā rūpnīcu evakuēja uz Ņižņij-Novgorodu [245, *67. lpp.*; 21, *19.—27. lpp.*; 65, *52. lpp.*; 92, *53. lpp.*; 181, *406., 407. lpp.*].

Laikā no 1873. gada līdz 1876. gadam Krievijas rūpniecība pārdzīvoja krīzi, kas ietekmēja arī Baltijas rūpnieku [21, *17. lpp.*; 65, *65. lpp.*; 92, *54. lpp.*; 181, *412. lpp.*].

1879. gadā bijušais RPI docents R. Mantels Daugavgrīvas ielā Nr. 35 nodibināja nelielu mašīnbūves un čuguna liešanas rūpnīcu. Sākumā tur atradās maza galdniecība, mehāniskā darbnīca, smēde ar divām ēzēm, lietuve ar vienu vagranku un vienu tīģeļkrāsni. Strādnieku skaits bija apmēram 40. 1886. gadā iekārtoja arī katlu smēdi.



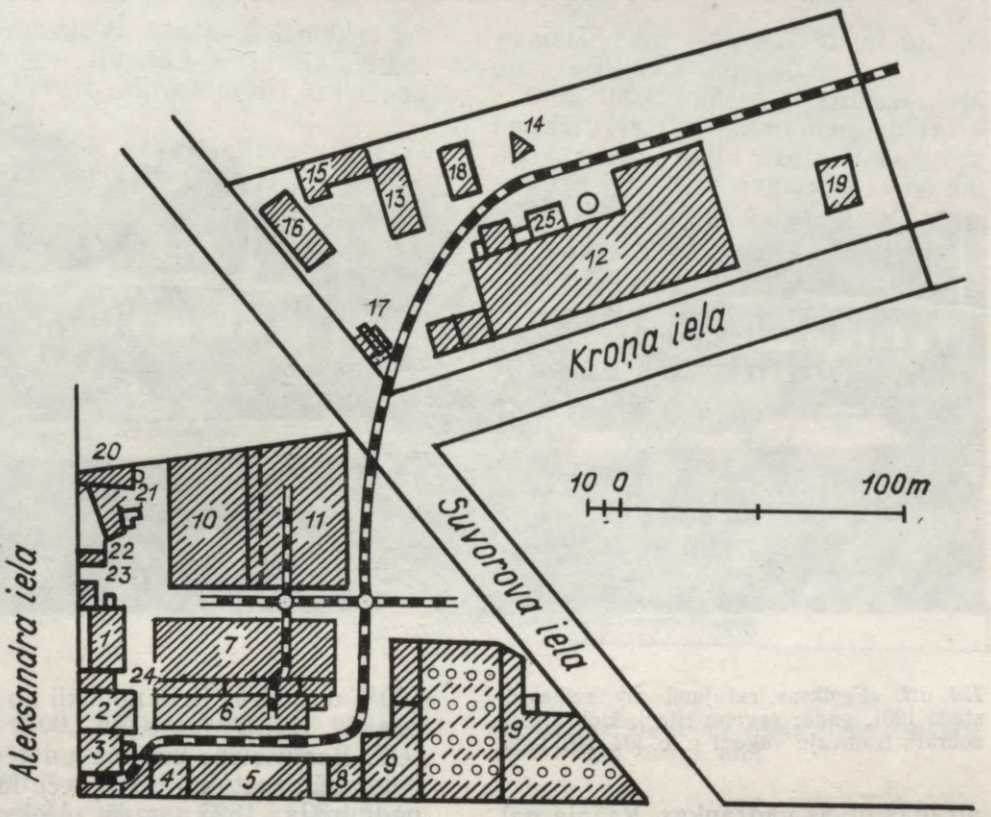
122. att. Skats uz R. Poles rūpnīcu [236].

niecību. Izputēja daudzi sīki uzņēmumi, stipri sašaurinājās jaunu fabriku un rūpnīcu būve. Tikai 1874. gadā radās lielā rūpnīca «K. Felzers un Ko», kas pārdzīvoja krīzes laiku. Pēc krīzes rūpniecība sāka atkal atplaukt. Parādījās jaunas lielas mašīnbūves un čugunliešanas rūpnīcas, kā, piemēram, «G. Pirvics un Ko», «R. Mantels un Ko» u. c. [92, *54. lpp.*].

«Pirvica un Ko» mašīnfabriku un čuguna lietuvi 1876. gadā nodibināja G. Pirvics pie Valkas dzelzceļa krustojuma ar Pēterburgas šoseju — abās šosejas pusēs (tās adrese bija Pēterburgas šosejā Nr. 1.). Uzņēmums specializējās turbīnu, dzirnavu un zāģētavu iekārtu ražošanā. Lietuvē iekārtoja divas vagrankas ar iekšējo diametru 700 mm un ražotspēju 3 t/st. Uzņēmums nodarbināja ap 300 strād-

1898. gadā rūpnīcu pārvērta par akciju sabiedrību ar pamatkapitālu 800 000 rubļu. Pēc tam uzņēmumā pastāvēja šādas nodaļas: čuguna un krāsaino metālu lietuve ar piecām kausēšanas krāsnīm (to starpā trīs vagrankas), mehāniskā darbnīca tvaika mašīnu, turbīnu un transmisiju būvēšanai, smēde, katlu smēde, instrumentu darbnīca, galdniecība, namdaru telpa un krāsotava. Strādnieku skaits sasniedza 550—700.

Sākumā uzņēmumā ražoja čuguna atlējumus, transmisijas detaļas un rezerves daļas apkārtējām fabrikām, vēlāk sāka ražot arī nelielas tvaika mašīnas, tvaika katlus, gaterus, dzirnavu iekārtas, mašīnas celulozes, kartona un papīra rūpniecībai. 1886. gadā uzņēmās arī kuģu, pontonu un pontonu prāmju izgatavošanu.



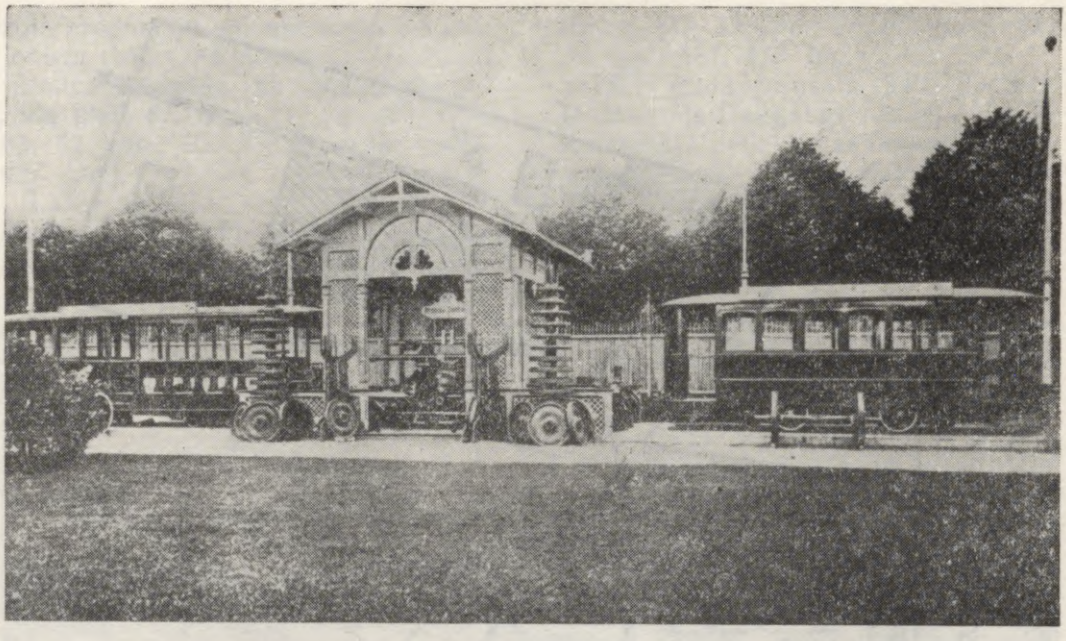
123. att. «Felzera un Ko» rūpnīcas situācijas plāns ap 1900. gadu [181, *480. att.*]: *1* — kantoris un tehniskais birojs, *2* — mašīntelpa, *3* — katlu smēde, *4* — smēde, *5* — lauksaimniecības mašīnu iecirknis, *6* — ēvelētava, *7* — virpotava, *8* — modeļu noliktava, *9* — lietuve, *10* — darba mašīnu būves iecirknis, *11* — montāžas iecirknis un modeļu galdniecība, *12* — katlu smēde, *13* — vara smēde, *14* — trijkājis ar zveltni, *15* — stallis un kučiera dzīvoklis, *16* — modeļu šķūnis, *17* — sarga mājiņa, *18* — koksa šķūnis, *19* — malkas šķūnis, *20* — dzīvojamā ēka, *21* — dzīvojamā ēka, *22* — sarga mājiņa, *23* — šveicars, *24* — starpbūve, *25* — atslēdznieku darbnīca.

Apskatot literatūrā doto uzņēmuma plānu [181, *408., 409. lpp.*], redzams, ka lietuves platība ir bijusi apmēram 2500 m² liela, smēdes — ap 585 m² un katlu smēdes — 1750 m² [21, *14.—16. lpp.*; 65, *61., 62. lpp.*; 79, *67., 68. lpp.*; 92, *53. lpp.*].

No 1881. gada līdz 1882. gadam Krievijas rūpniecība pārdzīvoja jaunu krīzi. Tā skāra arī metālapstrādāšanu. Vidzemē slēdza 2 mašīnbūves rūpnīcas, Liepājā bankrotēja rūpnīca «Feniks». Krīzes rezultātā izzuda vairāki sīki uzņēmumi un stipri palielinājās bezdarbnieku skaits. Pēc krīzes Rīgā atkal ievērojami palielinājās mašīnbūves rūpniecība [92, *55. lpp.*].

1886. gadā J. Skuja aizgāja no «Langes un dēla» rūpnīcas un 1888. gadā Kuģu ielā Nr. 21 nodibināja savu mašīnu un kuģu rūpnīcu, kā arī katlu un kuģu enkuru smēdi. Tā pastāvēja līdz pirmajam pasaules karam. Pēc dibinātāja nāves fabriku pārņēma viņa mantinieki. Tajā nodarbināja līdz 150 strādnieku. Galvenā nodarbošanās fabrikā bija enkuru, ķēžu un naglu kalšana. Ar 1895. gadu tā uzņēmās arī iekārtot artēziskās akas un izdarīt dziļurbumus [65, *70. lpp.*; 181, *408., 409. lpp.*].

G. Ostvalds 1888. gadā M. Nometņu ielā Nr. 35 nodibināja čuguna lietuvi. Tanī strādāja 45 strādnieki. Lietuvē



124. att. «Feniksa» ražojumi rūpniecības izstādē 1901. gadā: vagonu riteņi, kloķvārpsta, zobrati, tramvaju vagoni u. c. [94, Nr. 1405].

atradās divas vagrankas. Ražoja galvenokārt neapstrādātus un apstrādātus čuguna atlējumus. Gada produkcija sasniedza 60 000—75 000 rubļu [211; 30, *7. lpp.*].

Rīgas atslēgu fabriku «Hermingh auzs un Formans» nodibināja 1886. gadā Baldones ielā Nr. 1. Tajā strādāja līdz 700 strādnieku (530 vīrieši un 170 sievietes). Gatavoja dažādas atslēgas. Lietuvē lēja pelēko un kaļamo čugunu, kā arī cietlējumus, misiņu un bronzu [27, *38., 39. lpp.*; 65, *55. lpp.*].

1891. gadā rūpniecība atkal pārdzīvoja pārprodukcijas krīzi. Pēc 1891. gada Latvijas rūpniecībā iestājās ilgāks uzplaukuma periods līdz 1900. gadam, kad sākās jauna krīze. Šis uzplaukums bija vispirms saistīts ar rūpniecības uzplaukumu visā Krievijā un galvenokārt ar pastiprinātu dzelzceļa tīklu būvi. Uzplaukumu arī veicināja 1891. gada muitas tarifs, kas laikā no 1891. līdz 1900. gadam importprecēm uzlika 33%, bet dažām pat 100% un vairāk lielu nodokli no vērtības [92, *121., 123. lpp.*].

T. Bartuševičs čuguna un tērauda lietuvi, štancētu un lietu preču fabriku nodibināja 1895. gadā Aleksandra ielā Nr. 167. Tanī strādāja ap 100 strādnieku. Tās produkcija bija vagonu apsitamās un apliekamās detaļas un kaļami lējumi [65, *47. lpp.*; 181, *398. lpp.*].

Nemitīgi paplašinoties dzelzceļu tīklam, palielinājās arī pieprasījums pēc ritošā sastāva. Tas radīja priekšnoteikumus otrai vagonu fabrikas būvei Rīgā. Vagonu un mašīnu fabriku «Feniksss» 1895. gadā uzcēla Pēterburgas šosejā Nr. 14. Uzņēmuma pamatkapitāls 1914. gadā sasniedza 9 000 000 rubļu, tajā strādāja 2000—3500 strādnieku. Smēdē atradās 11 tvaika veseri ar krītošo svaru no 300 līdz 1250 kg, trīs metināšanas krāsnis, 80 ēzes un dažādas atkvēlināšanas un liesmas krāsnis.

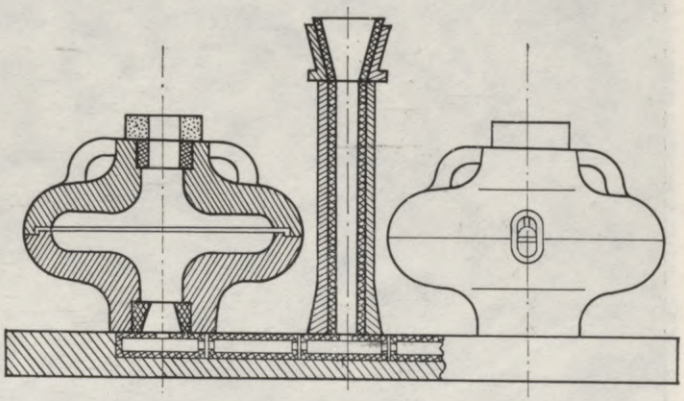
1898. gadā rūpnīcas būvlaukumā uzbūvēja tēraudlietuvi un velmētavu. Tēraudlietuvē vispirms uzbūvēja 12 t bāzisku martena krāsni, bet pēc tam divas 15 t krāsnis, vēlāk vēl vienu krāsni. Darbojās arī divas tīģeļkrās-

nis un divas žāvēšanas krāsnis, kā arī tilta krāns. Rūpnīcā pastāvēja arī čuguna lietuve, kurā lēja arī krāsainos metālus.

Velmētavā atradās riteņu velmēšanas stāvs ar piejūgtu 500 ZS jaudas tvaika mašīnu, četri tvaika veseri ar

pamatsmēdes — ap 3000 m² un atsperu smēdes — ap 630 m².

Līdz 1907. gadam «Feniksā» bija specializēts uzņēmums vagonu ražošanā. Gadā vidēji ražoja 5000 preču vagonu un 200 pasažieru vagonu. Preču vagoni bija dažādi: bez paras-



125. att. Salikta forma riteņa diska atliešanai (četrvietīga) [208, *5. att.*].

4000, 4000, 2000 un 300 kg krītošu svaru, četras dažādas sildīšanas krāsnis, divi tvaika katli, divi ar roku griežamie krāni un vairākas kalēju ēzes.

124. attēlā redzami vairāki rūpnīcās ražotie izstrādājumi rūpniecības izstādē 1901. gadā.

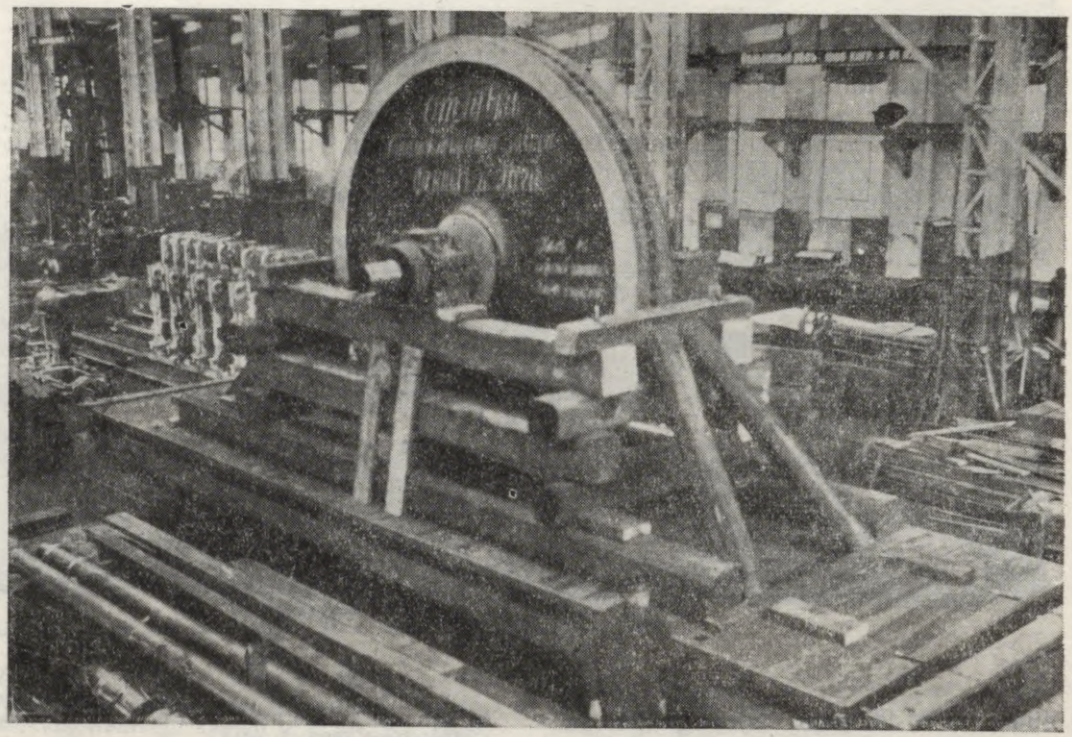
Tēraudlietuve un velmētava varēja dot gadā 35 000 riteņu, kā arī 25 000 pudu fasonveida kalumu — sagatavju un 25 000 pudu tērauda atlējumu. Lai izgatavotu riteņus, vispirms lietuvē atlēja četrvietīgā metāla formā (kokilē) sagataves *(125. att.)*. Tad tās sakarsēja līdz kalšanas temperatūrai, apkala zem vesera un izsita centra caurumu. Sagataves no jauna sakarsēja un izvelmēja speciālā velmēšanas stāvā, lai iegūtu vajadzīgo veidu.

Tērauda atlējumus atlēja ne tikai rūpnīcas, bet arī citu Rīgas uzņēmumu un citu pilsētu, piemēram, Pēterburgas, uzņēmumu vajadzībām. Atlieto detaļu apstrādē rūpnīca labprāt kooperējās arī ar citām rūpnīcām *(126. att.)*.

Rūpnīcas plāns [181, *488. att.*] liecina, ka čuguna lietuves platība ir apmēram 630 m², tēraudlietuves — ap 2300 m², velmētavas — ap 2250 m², tajiem vagoniem ražoja arī bagāžu, arestantu un ogļu vagonus, spirta, alus un naftas produktu cisternas, platformas, zirgu dzelzceļa vagonus, lokomotīves un vagonus šaursliežu dzelzceļiem. Pieņēma arī pasūtījumus dzelzs tiltiem un apgriešanas riņķiem.

Pēc 1907. gada samazinājās pieprasījums pēc vagoniem, un rūpnīca sāka ražot arī lauksaimniecības mašīnas un rīkus: arklus, sējmašīnas, siena grābekļus, kultivatorus, lāpstas u. c., kā arī lokšņu un šķirņu dzelzi. 1915. gada jūnijā—augustā rūpnīcu evakuēja uz Ribinsku un citām vietām [208; 30, *8. lpp.*; 28, *51.—54. lpp.*; 65, *65. lpp.*; 181, *404.—406. lpp.*].

Brāļu Kleinu mašīnbūves rūpnīcas akciju sabiedrības Dālbruhā Rīgas filiāli 1896. gadā atklāja Rumpmuižas ielā Nr. 29, pie Rīgas—Valkas dzelzceļa. Strādnieku skaits tanī sasniedza 300. Galdnieku darbnīcas platība bija 476 m², modeļu telpas — 456 m², lietuves — 2100 m², smēdes un katlu mājas — 480 m², mehāniskās



126. att. 26 t smaga deta|a, kas apvirpota brā|u Kleinu rūpnīcā un novietota uz dzelzce|a platformas nosūtīšanai pasūtītājam [149].

darbnīcas — 3480 m², meistaru dzīvok|u — 312 m², dažādu blakus telpu — 650 m². Uzņēmuma kopējā platība bija 7640 m².

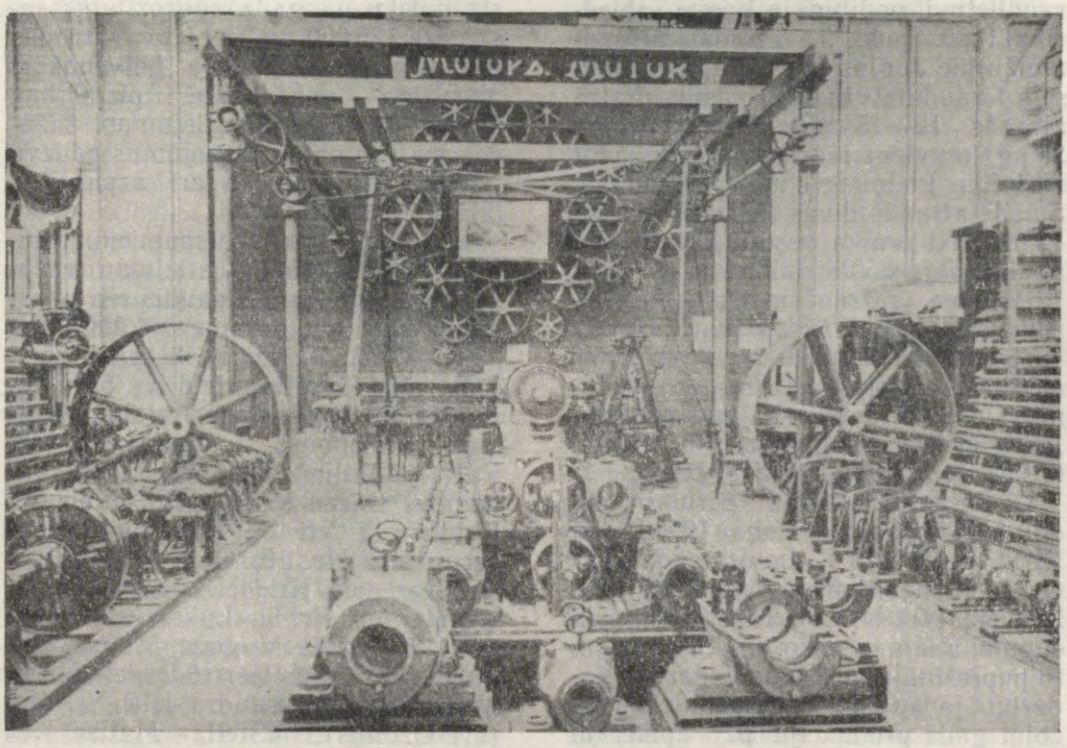
Lietuvē, galdnieku un mehāniskajā darbnīcā gaisma ieplūda no augšas, tādē| tās bija bagātīgi apgādātas ar gaisu un gaismu. Lietuvē atradās divi tilta krāni ar pārlaidi 12 m un celtspēju 20 un 30 t. Arī mehāniskajā cehā bija divi tilta krāni ar 14 m pārlaidi un 30 t celtspēju.

Bez citām parastajām darba mašīnām bija trīs lielas horizontālas mašīnas urbšanai un frēzēšanai, viena cilindra urbšanas mašīna (centru augstums 1,4 m un 3 m garam urbumam), viena frēzmašīna 3,5 m augstam un platam un 10 m garam darba galdam, viena pieres virpa virvju ratu un spararatu apvirpošanai.

Filiālē ražoja domnu, tēraudlietuvju un velmētavu mašīnas un iekārtas (stiep|u, bruņu tēraudu u. c. velmēšanas stāvus), sūkņu stacijas, hidrauliskas iekārtas, ce|amkrānus, preses smēdēm, gaisa kompresorus domnām u. c. un sūtīja tos uz centrālo Krieviju, dienvidu Krieviju, Urāliem, Poliju, kā arī uz Pēterburgu [21, *16., 17. lpp.*; 65, *58. lpp.*; 181, *410. lpp.*].

I Rīgas transmisijas būves, mašīnu fabrikas un čuguna lietuves «Motors» komanditsabiedrības uzņēmumu nodibināja 1897. gadā Šampētera ielā Nr. 2. Rūpnīcas pamatkapitāls sasniedza 200 000 rub|u. Uzņēmumā nodarbināja līdz 200 strādnieku, ražoja transmisijas ar gultņiem *(127. att.)*, bet 1911. gadā sāka ražot aviācijas motorus, dodot 1915. gadā ik mēnesi 13—15 motoru, bet 1916. gadā — ap 50 motoru [245, *65. lpp.*; 65, *63. lpp.*; 181, *398. lpp.*].

Rīgas čuguna un tēraudlietuves komanditsabiedrība savu uzņēmumu nodibināja 1898. gadā ar nosaukumu «Rīgas tēraudlietuve» Pletenberga (Ķīšezera) ielā Nr. 9. Taču pēc sešiem gadiem (1904. g.) rūpnīca darbu



127. att. Motoru rūpnīcas ražojumi rūpniecības izstādē 1901. gadā: transmisiju vārpstas, siksnu skrieme|i, transmisiju gultņi u. c. [158, *199. lpp.*].

pārtrauca. 1906. gadā fabriku pārņēma jauna komanditsabiedrība un 1907. gadā sāka darbu ar jaunu nosaukumu. Vēlāk tā kļuva par Krievu-Baltijas vagonu fabrikas nodaļu. Uzņēmuma akciju kapitāls sasniedza 1 000 000 rubļu, gada apgrozība bija ap 600 000 rubļu, fabrikā nodarbināja ap 400 strādnieku.

Rūpnīcā atradās 60 darba mašīnas (ir minēts arī skaitlis 100), četri elektrokrāni ar celtspēju no 5 līdz 20 t, viens tvaika krāns ar celtspēju 5 t un 12 ar roku darbināmi krāni, viena pneimatiska iekārta atlējumu notīrīšanai, viens gaisa veseris, trīs martena krāsnis ar bāzisku oderējumu un ietilpību 3, 10 un 12 t, divas vagrankas, viens sīkkonverters (ietilpība 0,7 t), trio velmēšanas stāvs (lietņus velmēja stieņu veidā). Sīmensa krāsns (lietņus krāsnī ievadīja ar bīdītāja palīdzību) un dažādas palīgmašīnas.

Rūpnīca ražoja dažāda veida martena un besemera tērauda atlējumus, laktas, lietas tērauda sagataves un izejvelmējumus stiepļu un šķirņu velmējumiem. Rūpnīcas pakalpojumus izmantoja kuģu būvētavas, mašīnu fabrikas, metalurģiskās rūpnīcas, dzelzceļš u. c. [232; 30, *8. lpp.;* 65, *71. lpp.;* 181, *414. lpp.*].

Rīgas mašīnbūves, metālu un čuguna liešanas «Atlass» akciju sabiedrība savu rūpnīcu nodibināja 1898. gadā Atlasa ielā Nr. 5. Vēlāk tā piederēja E. Cepam, kas nodarbināja līdz 200 strādnieku. Uzņēmums ražoja aprīkojumus kuģu būvniecībai, lokomotīvju un vagonu fabrikām, lietuvēm, katlu smēdēm, metalurģijas rūpnīcām, velmētavām, gatavoja dažādus zobstieņus un zobratus, atlēja čuguna atlējumus saskaņā ar pasūtītāja zīmējumiem vai modeļiem [211; 21, *27. lpp.;* 65, *47. lpp.;* 148].

Instrumentu tērauda fabriku «Salamandra», vēlāk T. Firta un dēla tē-

raudlietuvi, nodibināja krievu sabiedrība 1899. gadā. Tā atradās Strazdmuižā pie Juglas upes. Rūpnīcā kausēja tēraudu divās tīģeļkrāsnīs (katrā atradās 12—15 tīģeļi ar ietilpību 25 kg) un vienā martena krāsnī ar 5 t ietilpību. Lietņus velmēja velmētavā. Smēdē atradās divas lielas preses un 12 mazāki tvaika veseri. Uzņēmumā nodarbināja 250 strādniekus.

Rūpnīca ražoja instrumentu tēraudu, kā arī dažādus instrumentus (urbjus, vīles, āmurus u. c.), dažādas cietības un stiprības tērauda atlējumus, mašīntēraudu, gan mašīnu detaļas, gan arī to sagataves [30, *8. lpp.;* 65, *68. lpp.;* 148; 181, *398. lpp.*].

Cietlējumu fabrikas «Siriuss» akciju sabiedrība uzņēmumu 1900. gadā RPI profesors K. Loviss kopā ar citiem kompanjoniem nodibināja Biķernieku ielā Nr. 40. Tā bija rūpnīca čuguna atlējumu ražošanai. Pamazām to paplašināja un dažādos darbos nodarbināja ap 75—150 strādnieku, ražojot gadā produkciju par apmēram 250 000—550 000 rubļiem. Rūpnīcas pamatkapitāls bija 300 000 rubļu liels un obligācijas par 75 000 rubļu.

Lietuvē uzstādīja sešas kausēšanas krāsnis, no kurām trīs bija vagrankas (lielākās vagrankas ražotspēja bija 10 t/st) un divas liesmas krāsnis ar ietilpību 10 un 20 t, 10 dažādas formzemes sagatavošanas mašīnas un divus tilta krānus ar celtspēju 7,5 t un 30 t, kā arī 37 dažādas formēšanas mašīnas.

Rūpnīcā atradās arī smēde un modeļgaldniecība. 1910. gadā rūpnīca atvēra filiāli Jekaterinoslavā.

Rūpnīca ražoja kokilēs čuguna cietlējumus velmēm ar dažādiem izmēriem (metālu velmēšanas stāviem), kokiles lietuvēm, velmes (valčus) gumijas fabrikām, papīrfabrikām, eļļas spiestuvēm, tabakas fabrikām un citus atlējumus no pelēkā čuguna, cietlējuma, ugunsizturīga čuguna, skābes izturīga čuguna [256, *137. lpp.;* 30, *7., 8. lpp.;* 65, *70. lpp.;* 181, *414. lpp.*].

Inženieris A. Piesis savu čugunlietuvi nodibināja 1901. gadā Šreienbuša 5. līnijā Nr. 3. Tajā strādāja ap 100 strādnieku un gada apgrozījums sasniedza 125 000 rubļu. Lietuvē atradās trīs vagrankas. Ražoja galvenokārt masveida produkciju, piemēram, krāsns un pavardu atlējumus, dažādas mašīnu daļas. Ražojumus pādeva ne tikai Baltijā, bet arī ārpus tās [211; 30, *7. lpp.*].

Bez minētajiem uzņēmumiem ar čuguna kausēšanu un atlējumu ražošanu nodarbojās vēl daudzi citi uzņēmumi, tiesa gan, tikai mazākā apjomā [211; 65, *63., 70. lpp.;* 148], piemēram, J. Bērziņš Hospitāļu ielā Nr. 5, F. Jegorovs Kostromas ielā Nr. 3, E. Kalniņš Šreienbuša 1. līnijā Nr. 46, K. Karps Rūjienas ielā Nr. 2, H. Krahmanovs Dārzu ielā Nr. 16, «Labors» Kalnu ielā Nr. 23, I. Lasis Pletenberga ielā Nr. 19, G. Lefanti Mazā Lubānas ielā Nr. 4, A. Lindenbergs Vagonu ielā Nr. 5, «Luks» Kalnciema ielā Nr. 40, K. Magone Matīsa ielā Nr. 86, V. Minūts Ģertrūdes ielā Nr. 8, S. Sarkans Aleksandra ielā Nr. 151 (arī Ozoliņš), «Stella» Matīsa ielā Nr. 78, K. Šmits un dēls Krūzesmuižas ielā Nr. 2b, H. Veinbergs Biķieru ielā Nr. 1.

Bija arī tādi uzņēmumi, kuros metālu galvenokārt apstrādāja ar spiedienu, piemēram, Krievu-Baltijas akciju sabiedrība «Stiepļu, naglu un kniežu fabrika» (bijušā «Stara un Ko» fabrika). Šo uzņēmumu nodibināja 1871. gadā Vecajā Nometņu laukumā Nr. 84. Akciju kapitāls sasniedza 800 000 rubļu, bet apgrozījums gadā — 1 050 000—1 470 000 rubļu un deva gadā 450 000 pudu preču.

Darbnīcās bija 172 stiepļu vilkšanas spoles, 500 mašīnas metāla un koka skrūvju gatavošanai, mašīnas tapiņu un naglu gatavošanai, 30 mašīnas kniežu, šķeltapu un mēbeļu atsperu gatavošanai, trīs riņķzāģi, iekārta kastu gatavošanai, mehāniskā darbnīca ar nepieciešamajām darba mašīnām u. c.

Uzņēmums ražoja no dzelzs un misiņa stieplēm būvju naglas, apavu nagliņas, kniedes, skrūves, šķeltapas, tapiņas, pakavu radzes u. c., nodarbinot sākumā 30 strādniekus, bet vēlāk

ap 470 strādnieku (320 vīriešus un 170 sievietes) [27, *34., 35. lpp.;* 65, *71. lpp.;* 181, *413., 414. lpp.*].

«Rīgas drāšu fabrikas» akciju sabiedrība savu uzņēmumu nodibināja 1873. gadā Daugavgrīvas ielā Nr. 22 un Ūdens ielā Nr. 19. Sākumā rūpnīcā ražoja stieples, naglas un ķēdes, bet kopš 1879. gada arī kniedes. 1884. gadā uzbūvēja stiepļu velmēšanas stāvu. Gada produkcija sasniedza 800 000 līdz 1 200 000 pudu un deva 2 620 000 rubļu peļņas. Strādnieku skaits bija ap 600. Ražoja troses, telefonu vadus, naglas, katlu kniedes, dažādus velmējumus u. tml.

Fabrikā bija stiepļu velmēšanas stāvs, 334 stiepļu vilkšanas spoles, četras mašīnas vairākkārtīgai stiepļu vilkšanai, 133 mašīnas naglām un kniedēm, četras mēbeļu atsperu mašīnas, 18 trosu gatavojamās mašīnas, astoņas šķeltapu mašīnas, astoņas dažādas mašīnas izolatoru kāšu izgatavošanai, 126 kalēju ēzes ķēžu izgatavošanai, kā arī iekārta ķēžu posmu elektriskai sametināšanai, skārdu un stiepļu cinkotava, kastu darbnīca ar vajadzīgajām darba mašīnām [27, *34., 35. lpp.;* 65, *71. lpp.;* 181, *413., 414. lpp.*].

Gustava Zennekena Rīgas zāģu un vīļu fabrika nodibināta 1879. gadā Torņakalnā, Jaunajā Jelgavas šosejā Nr. 2. Strādnieku skaits tajā bija 90—120; ražoja no tīģeļtērauda dažādus zāģus un vīles, kā arī sīkus instrumentus. Izstrādājumiem izmantoja galvenokārt importēto tēraudu. Produkciju sūtīja pat uz Sibīriju un Prūsiju. Darbnīcās atradās 50 speciālas darba mašīnas [27, *37. lpp.;* 65, *70. lpp.;* 148; 181, *415. lpp.*].

Oto Erbes zāģu un vīļu fabrikas akciju sabiedrības uzņēmums nodibināts 1887. gadā Rēveles ielā Nr. 6/10. Pirmos divus gadus tā īpašnieks bija O. Erbe, bet pēc tam uzņēmumu pārvērta par akciju sabiedrību ar 700 000 rubļu pamatkapitālu. Gada apgrozījums sniedzās līdz 750 000 rubļiem, tika nodarbināti apmēram 400 strādnieki. Darbnīcās bija 40 dažādas darba mašīnas, slīpēšanas un pulēšanas iekārtas. Rūpnīcas produkcija bija dažādi zāģi, vīles, veseri, instrumenti, mašīnu naži [27, *37., 38. lpp.;* 65, *52. lpp.;* 181, *415., 416. lpp.*].

E. Mausnera Rīgas nažu fabrika nodibināta 1887. gadā Daugavgrīvas ielā 29. Strādnieku skaits tajā bija ap 250. Gadā ražoja apmēram 120 000 duču dažādu nažu, dakšiņu, kabatas nažu, spalvu nažu, maizes nažu u. c. Darbnīcās bija seši tvaika veseri, 15 ekscentra preses, 40 urbjmašīnas, sešas frēzmašīnas, trīs ēvelmašīnas, 100 slīpmašīnas, 12 slīpakmeņu ietaises u. c. iekārta [27, *39. lpp.;* 65, *62. lpp.*].

Rīgas spirālatsperu un plakanatsperu fabrika «Ressort» dibināta 1898. gadā II Ganību dambī Nr. 21. Strādnieku kopskaits bija 250 cilvēku, gada apgrozījums — 300 000—400 000 rubļu. Līdz 1902. gadam tā ražoja galvenokārt vagonu un ekipāžu atsperes, bet pēc tam sāka ražot arī atsperu ecēšas un atsperu kultivatorus, tādēļ tai bija nepieciešama kaļamā čuguna lietuve. Darbnīcās atradās četri pāri formmašīnu, frikcijas prese, trīs atsperu mašīnas, hidrauliskā prese, divas karstvelmes un aukstvelmes, dubultfrikcijas prese u. c. iekārta [27, *43. lpp.;* 65, *67. lpp.;* 181, *416., 417. lpp.*].

Rīgas rūpniecības sabiedrības «Bings un Ko» fabrika adatu ražošanai darbu uzsāka 1894. gadā Aleksandra ielā Nr. 147a. Strādnieku skaits bija 80—150. Tvaika mašīna, kuras jauda bija 60 ZS, piedzina trīs stiepļu griešanas mašīnas, 30 slīpēšanas un pulēšanas mašīnas, 25 sēdināšanas mašīnas, 20 mašīnas caurumu izsišanai u. c. Gada apgrozījums sasniedza 130 000—180 000 rubļu [27, *43., 44. lpp.;* 65, *49. lpp.;* 148].

Krievu akciju sabiedrības uzņēmumu tērauda spalvu ražošanai nodibināja 1894. (1895.?) gadā iekšzemes kapitālisti Aleksandra ielā Nr. 147 ar pamatkapitālu 500 000 rubļu. Tur strādāja ap 400 strādnieku (no tiem apmēram tikai sestā daļa bija vīrieši). Uzņēmumā ražoja 1 000 000 grosu spalvu (1 gross = 12 duči). Gada apgrozījums bija ap 360 000 rubļu. Darb-

nīcās atradās brīvi krītošu zveltņu veseri, velmes, štances, slīpaparāti un pulēšanas trumuļi [27, *42. lpp.*; 65, *53., 54. lpp.*].

Rīgas metālpreču akciju sabiedrības fabrika «Etna» nodibināta 1898. gadā Aleksandra ielā Nr. 153. Tā ražoja preces par apmēram 2 000 000 rubļu gadā. Fabrikā tika nodarbināti apmēram 656 strādnieki (no tiem 36 sievietes).

Ražošanas telpās atradās viens stiepļu velmēšanas stāvs, 138 stiepļu vilkšanas iekārtas (krēsli—trumuļi), 128 naglu, kniežu un bultu mašīnas, četras mēbeļu atsperu mašīnas, divas šķeltapu mašīnas, 40 pakavu naglu mašīnas, 32 mašīnas dažādiem stiepļu ražojumiem, iekārta stiepļu un citu ražojumu cinkošanai, mehāniskā darbnīca, kastu darbnīca [27, *36. lpp.*; 65, *47. lpp.*].

Bez šīm atzīmētām rūpnīcām pastāvēja vēl arī citas dažādas mehāniskās rūpnīcas, kur notika plašākā apmērā metāla apstrāde ar spiedienu [27, 65, 148].

H. Hekera lauksaimniecības mašīnu būves fabrika (Iļģuciemā) nodibināta 1852. gadā. Darbojās līdz 1867. gadam.

Bolderājas mašīnu fabrika nodibināta 1866. gadā un bija domāta galvenokārt kuģu remontēšanai. Tanī atradās atslēdznieku darbnīca ar virpotavu, smēde, katlu smēde un citas iekārtas, kas nepieciešamas kuģu remontdarbiem.

«Meijera un Ko» Rīgas dzirnavu un turbīnu būves fabrika dibināta 1876. gadā Kalnciema ielā Nr. 36. Tanī nodarbināja 90 strādniekus. Ražoja turbīnas, dzirnavu iekārtas, transmisijas u. c.

P. Rāšes mēru un svaru fabrika dibināta 1871. gadā Tērbatas ielā Nr. 72 ar apmēram 70 strādniekiem.

H. Tīla mašīnu fabrika dibināta 1886. gadā Grāvju ielā Nr. 38, tur strādāja 80 strādnieki.

«Leitnera un Ko» divriteņu un automobiļu fabrika «Russia» darbu uzsāka 1886. gadā Ģertrūdes ielā, bet pēc četriem gadiem pārgāja uz plašākām telpām Aleksandra ielā Nr. 129/133. Strādnieku skaits šinī fabrikā sasniedza 350.

H. Aula lauksaimniecības mašīnu fabrika dibināta 1888. gadā Margrietas ielā Nr. 4 un gatavoja labības vētītājus un šķirotājus.

A. Štrauha un M. Krūminga mašīnu un kuģu būves fabrika nodibināta 1895. gadā Zaķu salā, Krastmalā Nr. 4/6. Fabrika ne tikai remontēja kuģus, bet būvēja arī jaunus kuģus. Gada apgrozījums sniedzās līdz 180 000 rubļu. Fabrikā strādāja ap 100 strādnieku.

Krievu-Baltijas vīļu fabrika nodibināta 1897. gadā Kalnciema ielā Nr. 36. Pamatkapitāls bija 225 000 rubļu, tanī strādāja ap 120 strādnieku.

A. Augsburga kuģu būvētava nodibināta 1899. gadā Ķīpsalā. Tanī nodarbināja ap 80 strādnieku.

Rīgas velmētavas akciju sabiedrības uzņēmums nodibināts 1899. gadā Velmētavas (Valču) ielā. Velmēja tērauda stieņus un skārdu. Pamatkapitāls bija 750 000 rubļu liels. Strādāja ap 275 strādnieki. 1907. gadā uzņēmums pārgāja «Feniksa» rūpnīcas rīcībā.

U. Švarchofa lauksaimniecības mašīnu un zemkopības piederumu fabrika atradās Aleksandra ielā Nr. 135 un 139, kā arī Pēterburgas šosejā Nr. 66.

Krievu elektrības sabiedrība «Unions» dibināta 1898. gadā Pēterburgas šosejā Nr. 19 ar 6 000 000 rubļu lielu pamatkapitālu un nodarbināja ap 800 strādnieku. Fabrikā atradās liela virpotava, mehāniskā darbnīca, štancētava, smēde, lietuve un citas darbnīcas.

Sīkākus kalšanas darbus dažādām saimnieciskām un sadzīves vajadzībām veica arī kalvēs, kuru skaits Rīgā 1914. gadā saniedza 100. Tur strādāja ne tikai cunftu meistari. Līdz ar viduslaiku cunftu likvidēšanu 1866. gadā, kad izdeva likumu par tā saucamo amatniecības un rūpniecības brīvību, ievērojami pieauga latviešu amatnieku skaits [92, *58. lpp.*].

METĀLA RAŽOŠANA UN APSTRĀDE LIEPĀJAS RŪPNĪCĀS (FABRIKĀS)

Ziņas par Liepājas rūpniecības attīstību līdz 1908. gadam dod E. Bēra apcerējums par fabriku attīstību Liepājā [18]. Vērtīgs ir arī L. Rozenkranca manuskripts Liepājas novadpētniecības muzejā [152]. Nelielu ieskatu par rūpnīcu «Sarkanais metalurgs» dod manuskripts, kas glabājas Liepājas Zinātniskajā bibliotēkā [103].

F. Harmsena čuguna lietuve un mašīnu fabrika ir viens no vecākajiem uzņēmumiem Liepājā (dienvidrietumos no ostas, loča torņa tuvumā); tas pastāvēja, sākot ar XIX gs. 50. gadiem līdz 1871. gadam, kad nodega. 1857. gadā šajā rūpnīcā strādāja trīs meistari, 10 zeļļi un 16 pastāvīgi strādnieki. Rūpnīca gadā deva produkciju par 12 000 rubļu [92, *48. lpp.*]. 1874. gadā fabrika piedāvāja pircējiem katlus, plītsplāksnes, virtuves plītis, jumtu logus, kapu žogus un krustus, monumentus, dzirnavu valčus, arklus un mašīnu daļas [101a, *123. lpp.*]. Liepājas muzejā atrodas ugunsdzēsēju torņa čuguna zvans ar ierakstu, ka tas atliets Harmsena lietuvē 1873. gadā.

M. Ronnenfelda čuguna lietuve un mašīnu daļu fabrika darbojās kopš 1862. gada (ziemas ostas ziemeļrietumu stūrī) līdz 1873. gadam, kad nodega.

Liepājas čuguna lietuve, mašīnu fabrika un katlu kaltuve «Fenikss» nodibināta 1876. gadā Dienvidaustrumu ostmalā Nr. 25, vēlāk pēc ielas pārdēvēšanas Feniksa ielā Nr. 3. Sākumā tā piederēja E. Uliham [101e, *77. lpp.*], tad 1892. gadā uzņēmums bankrotēja un to nopirka tirgotājs S. Zamuels. 1897. gadā uzņēmumā strādāja 70 strādnieku.

1901. gadā uzbūvēja jaunu lietuvi un mehānisko darbnīcu. Lietuvē uzstādīja pirmās formēšanas mašīnas Liepājā. 1903. gadā uzņēmums otrreiz bankrotēja un pārgāja jauna īpašnieka rokās. 1905. gadā īpašnieks bija spiests samazināt darba laiku no 60 uz 55 stundām nedēļā.

Uzņēmums deva ražojumu plašu sortimentu, izgatavoja tvaika mašīnas, tvaika katlus, lokomobiles, urbjmašīnas, virpas, šķēres, kūdras mašīnas, lauku ēzes, caurumu štances, transmisijas, kuļmašīnas, 2—4—6 zirgu ģēpeles, trijerus, dažādas sudmalu daļas, 2—4 lemešu arklus u. c. [101b, *126. lpp.*; 101c, *105. lpp.*; 101d, *96. lpp.*; 106b, *138. lpp.*].

Liepājas stiepļu un naglu fabrikas (bij. «Bekers un Ko») akciju sabiedrības (mūsdienās «Sarkanais metalurgs») uzņēmums nodibināts 1882. gadā Aleksandra ielā Nr. 81. A. Bekers nopirka blakus esošos zemes gabalus un fabrikas teritoriju pamazām palielināja no 933 m² līdz 129 572 m² [103]. 1884. gadā tika uzbūvētas 12 pudliņa krāsnis, stiepļu velmētava, stiepļu vilktuve (stieptuve) un naglu iecirknis. 1885. gadā iekārtoja ķēžu smēdi metināto ķēžu izgatavošanai.

Pudliņa krāsnīs metinātā dzelzī pārstrādāja ievestu angļu čugunu. Fabrikā ātri apguva produkcijas ražošanas tehnoloģiju un tās izstrādājumiem bija liela perspektīva.

Rūpnīcā strādāja 405 strādnieki, kas vidēji katrs saņēma mēnesī 41,29 rubļus. Uzbūvēja divas metināšanas un astoņas karsēšanas krāsnis, ierīkoja divus tvaika veserus, divus velmēšanas stāvus (vienu kriciem, otru stieplēm), 120 vilkšanas trumuļus un 105 naglu mašīnas [243, *218. lpp.*].

1887. gadā rūpnīcā ražoja:

71 683	pudu stiepļu par	187 000 rbļ.,
302 592	pudu stiepļu naglu par	750 000 rbļ.,
20 000	pudu dzelzs ķēžu par	60 000 rbļ.,
10 000	pudu mēbeļu atsperu par	25 000 rbļ.,
t. i., 404 275	pudus izstrādājumu par	1 022 000 rbļ.,

izlietojot 450 000 pudu čuguna, tanī skaitā 230 000 pudu importētā čuguna un 220 000 pudu iekšzemes čuguna. Par kurināmo izlietoja 950 000 pudu akmeņogļu.

1887. gadā tika paaugstināta muita importa čugunam, tādēļ vajadzēja pārorientēties uz vietējā melnā metāla lūžņu pārstrādāšanu jaunā metālā. Šajā nolūkā 1891. gadā uzbūvēja martena nodaļu ar divām martena krāsnīm (pirmā bija ar 15 t ietilpību) lieta tērauda ražošanai no vecā metāla.

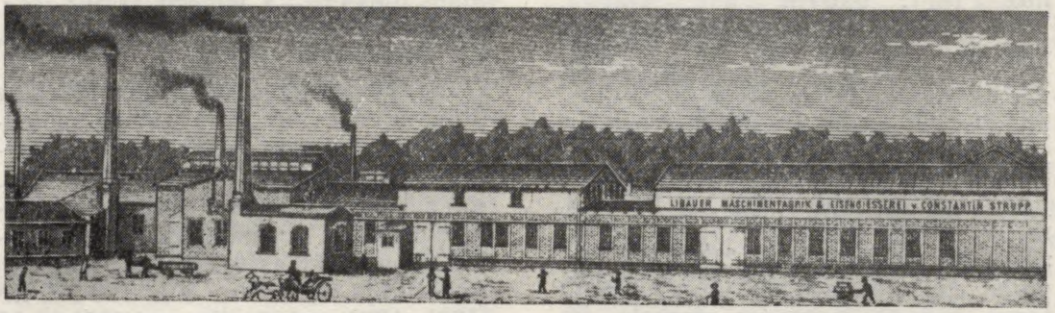
Pirmās martena krāsnis gadā deva apmēram 12 300 t martena tērauda. 1897. gadā rūpnīcā strādāja 600 cilvēku.

Lai gan A. Bekers bija pieaicinājis kompanjonus, līdzekļu lielajai metalurģiskajai rūpnīcai bija pārāk maz. Tāpēc drīz vien uzņēmumu pārvērta par akciju sabiedrību ar pamatkapitālu līdz 2 500 000 rubļiem. Uzbūvēja arī jaunu martena nodaļu.

1901. gadā rūpnīcā bija astoņas pudliņa krāsnis, divas metināšanas krāsnis (1901. gadā ražoja 1000 t metinātās (pudliņa) dzelzs, bet 1899. gadā ražošanas apjoms bija apmēram 5800 t) un divas martena krāsnis (gadā ražoja 31 000 t martena tērauda) [237]. 1904. gada 1. novembrī tika nopirkta fabrika «Vezuvs», un ražošanas apjoms palielinājās vēl par jauno agregātu ražotā metāla daudzumu.

Ar 1906. gadu rūpnīcu sāka modernizēt (elektrificēja, apgādāja ar transportu, celtņiem u. c.). Uzbūvēja vienu 5 t martena krāsni fasonveida tērauda atlējumu ražošanai («Vezuvā»). 1909. gadā rūpnīcā bija šādas astoņas nodaļas:

martena nodaļa dzelzs un tērauda lietņu ražošanai. Nodaļā darbojās divas martena krāsnis, katra ar ietilpību 20 t, viena kaļķu krāsns, viena dolomīta krāsns, viens elektriskais un viens tvaika celtnis, gāzes ģeneratora iekārta u. c.; stiepļu velmētava ar ruļļu krāsni un metināšanas krāsni;



128. att. K. Strupa fabrikas skats (pirms nodegšanas) [107].

stiepļu vilktuve; naglu kaltuve; plānu skārdu velmētava; ķēžu nodaļa; dakšu nodaļa; remonta nodaļa.

Rūpnīcā 1909. gadā ražoja divus miljonus pudu dzelzs un tērauda fabrikātu (t. i., apmēram 33 000 t) par četriem miljoniem rubļu.

1911. gadā pamatkapitālu palielināja līdz 5,5 miljoniem rubļu un turpināja fabrikas modernizēšanu un paplašināšanu:

1911. gadā pārbūvēja un paplašināja fabrikas nodaļas un centralizēja tvaika saimniecību; 1912. gadā laida darbā jaunu stiepļu velmētavu; 1913. gadā uzbūvēja jaunu dakšu nodaļu; 1914. gadā mehanizēja martena nodaļu, sāka darboties cinkotava un dzeloņu stiepļu nodaļa.

Strādnieku skaits sasniedza 1800. Martena nodaļa gadā ražoja lietņus kopsvarā 46 000 t [103]. 1915. gadā uzņēmums nonāca vācu okupantu rokās; to izlaupīja, izveda vērtīgāko iekārtu un mašīnas.

K. Strupa čuguna lietuve un mašīnu fabrika (kopš 1899. gada akciju sabiedrība «Vezuvs») nodibināta 1885. gadā Aleksandra ielā Nr. 52 čuguna atlējumu un lauksaimniecības mašīnu ražošanai. Sakarā ar kara ostas izbūvi rūpnīca sāka ražot arī tē-

129. att. Jaunuzceltā «Vezuva» fabrika [107].

rauda atlējumus. Rūpnīcā vispirms uzbūvēja lietuvi ar vagranku, taču drīz vien nācās ražošanas apjomu palielināt, un 1897. gadā rūpnīca aizņēma jau veselu kvartālu. 1887. gadā bija divas vagrankas un četras ēzes [243, *219. lpp.*]. 128. attēlā redzams uzņēmuma reklāmas zīmējums. Rūpnīcā nodarbināja 130 strādnieku. Tērauda ražošanai lietuvē uzstādīja arī sīkkonverterus. 1899. gadā ugunsgrēks iznīcināja lietuvi un mehānisko iecirkni. Rūpnīcu nācās pārvietot uz jaunu vietu — Aleksandra ielā Nr. 56—60 *(129. att.)*.

Jaunajā lietuvē darbojās divas vagrankas un trīs sīkbesemera konverteri (ar kopējo ietilpību 4 t). 1900. gadā uzbūvēja arī skārdu velmētavu.

Fabrikas ražojumu nomenklatūra bija ļoti plaša — lokomobiles, kuļmašīnas, zirgu ģēpeles, ekseļmašīnas, ķieģeļu preses, tvaika katli, tvaika veseru daļas, valču daļas, bagaru mašīnu kausi, kuģu skrūves, vagonetes, vagonu svari, arkli, čuguna krāsnis, virtuves plītis, kapu krusti, plāksnes un sētas, grāpji, stieples, naglas, ķēdes, stiepļu sieti, dažāda veida kalēju dzelzs un tērauda skrūvspīles, kalēju laktas un veseri u. c. [106a; 106в, *137. lpp.*]. Ražotos tērauda atlējumus, piemēram, dažādus fasonatlējumus, kalēju laktas, skrūvspīles, kapļus, veserus u. c., veda pa 1876. gadā uzbūvēto Romnu—Liepājas dzelzceļu arī uz Iekškrieviju [92, *125. lpp.*]. 1904. gada beigās fabrika pārgāja Liepājas stiepļu un naglu fabrikas rīcībā.

Krievu instrumentu tīģeļtērauda fabrika «Savils un Ko» nodibinājās 1900. gadā Lazareva ielā Nr. 40. Tās gada produkcija bija apmēram 80 000 pudu, tur ražoja darba rīku tēraudu, kā arī čuguna atlējumus. Šim nolūkam izmantoja apaļās tīģeļkrāsnis (Ringofen). Galveno izejmateriālu tomēr saņēma gatavu stieņu veidā no Anglijas; šos stieņus kala un virpoja vai citādi apstrādāja līdz vajadzīgai formai un izmēriem. Kalšanai kalpoja tvaika veseris.

Sākumā fabrika tika dēvēta par tīģeļlējumu fabriku [101f, *60. lpp.*], tad

par tērauda un čuguna lietuvi [101g], pēc tam par tīģeļtērauda fabriku [101h].

V. Matisona (Matthisson) uzņēmums — katlu kaltuve, mašīnu fabrika, čuguna un metālu lietuve — tika ierīkots 1900. gadā Stacijas ielā Nr. 1 (vēlāk ielu pārdēvēja par Ziemeļaustrumu ostas malu jeb Ostmalas ielu Nr. 1) pie dzelzceļa tilta. Lai paplašinātu darbību, 1904. gadā atvēra filiāli Priekulē, un tā vienu brīdi bija pat lielāka par Liepājas fabriku. Šis uzņēmums gatavoja lokomobiles, tvaika katlus, rezervuārus, transmisijas, centrālapkures iekārtas, zirgu ģēpeles, ūdens un tvaika sūkņus, ūdensvadus, čuguna trepes, logu rāmjus, durvis, remontēja kuģus u. c. [101f; 104].

Gatava metāla apstrādi lielākā apjomā veica arī L. Bangerta 1882. gadā dibinātā baltā skārda rūpnīca Kaiju ielā Nr. 24 [101e, *77. lpp.*; 101f, *60. lpp.*; 101g] un Darba rīku akciju sabiedrības «Pluto» uzņēmumā, ko nodibināja 1899. gadā Lazareva ielā Nr. 44 (gatavoja āmurus, skrūvspīles, uzgriežņu atslēgas, kalēju instrumentus u. c. [101f, *60. lpp.*]).

Bez jau minētajām rūpnīcām Rīgā un Liepājā pastāvēja arī citi lieli uzņēmumi — 1900. gadā nodibinātā kara ostas darbnīca (Liepājā) un Mīlgrāvī 1913. gadā uzbūvētā Kara kuģu rūpnīca [245, *39. lpp.*]. Rīgā un Daugavpilī pastāvēja vagonu un lokomotīvju remonta darbnīcas.

DAŽĀDU IZSTRĀDĀJUMU METALOGRĀFISKĀS ANALĪZES

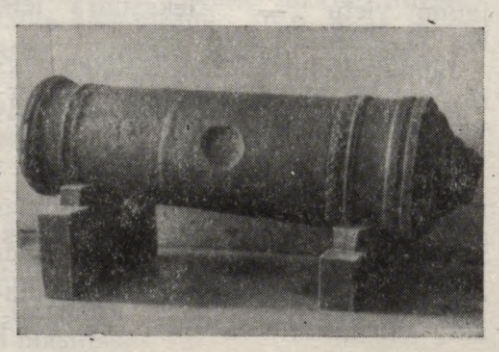
Lai iegūtu priekšstatu par šī perioda metālu, nav nepieciešams izdarīt daudzas metalogrāfiskās analīzes. Ziņas par metālu raksturojumu un apstrādes tehnoloģiju sniedz vairākas mācību grāmatas un tehniskie žurnāli, kas izdoti pirms pirmā pasaules kara vai neilgi pēc tā, jo Latvijas metāla kvalitāte un ražojumu izgatavošanas tehnoloģija pilnīgi atbilda vispārpieņemtajiem starptautiskajiem standartiem. Šeit aplūkoti tikai nedaudzi izstrādājumi, kurus autors izmantojis pētījumiem par seno metālu.

ČUGUNA ATLĒJUMI

Napoleona armijas haubice. Bauskas novadpētniecības muzejā atrodas Napoleona armijas haubice *(130 att.)*, kas atrasta Bauskas apkārtnē un datēta ar XIX gs. sākumu (jāatzīmē, ka 1812. gada 6. jūlijā Napoleona armija ieņēma Bausku) [91, *369. lpp.*]. Haubices kalibrs 220 mm. Uz virsmas redzama divdaļīgas formas salikšanas virsmas horizontālā grate (tātad atlieta divdaļīgā formā!). Mikrošlifs ņemts no priekšējā rotājuma aploces izciļņa. Tā analīze liecina, ka haubice atlieta no ferīta—perlīta pelēkā čuguna, kam HB 177 (struktūrā redzams ferīts, perlīts, grafīts un stedīts).

Sienu rotājumi. Jelgavas pils ārējās sienas vietām izrotātas ar čuguna atlējumiem, kas XVIII gs. atvesti no Pēterburgas lietuvēm. Divi tādi rotājumi parādīti 131. attēlā. Tie atlieti no ferīta—perlīta pelēkā čuguna.

130. att. Napoleona armijas haubice Bauskas novadpētniecības un mākslas muzejā. Kalibrs 134 mm.



131. att. Divi Jelgavas pils ārējās sienas rotājumi.

132. att. Vapenis Kuldīgas novadpētniecības un mākslas muzejā.

Vapeņi. Kuldīgas novadpētniecības muzejā glabājas vapenis, kam uz muguras ir firmas zīme «Phönix— Libau», tātad tas atliets Liepājas «Feniksa» lietuvē *(132. att.)*. Tā izmēri ir 0,45×0,60 m. Divi tādi vapeņi atrodas Liepājas novadpētniecības muzejā. Kuldīgas vapeņa mikrostruktūrā redzams ferīts, perlīts, stedīts un smalks grafīts.

Lietenis. Kabiles Upesmuižā ir apmēram 45 kg smags čuguna puslietenis *(133. att.)*. Tā ķīmiskais sastāvs ir šāds: 4,52% C, 0,40% Si, 1,32% Mn, 0,031% S un 2,25% P, bet mikrostruktūrā redzams ferīts, perlīts, grafīts un stedīts. Šis lietenis, domājams, lietots pārstrādāšanai kricu ēzē, jo pārāk liela oglekļa un fosfora daudzuma dēļ nav sevišķi piemērots čuguna atlējumiem.

Kapa krusts. Liepājas novadpētniecības muzejā atrodas K. Strupa fabrikā izgatavots čuguna krusts ar tam piestiprinātu apmēram 18 cm augstu Jēzus figūriņu. Abi XIX gs. beigās atlieti no augstvērtīga perlīta pelēkā čuguna (sastāv no smalka perlīta, stedīta un grafīta), pie kam krusta metāla struktūra ir nedaudz rupjāka par figūriņas metāla struktūru. Jāatzīmē, ka XIX gs. beigās un XX gs. sākumā kapos plaši lietoja čuguna krustus (arī ar dažāda lieluma figūrām). Tāpat plaši bija iecienīti kapu, sētu, trepju un balkonu žogi no čuguna atlējuma. K. Strupa fabrikā bija plaši izvērsta kapu krustu, Jēzus figūriņu, žogu atlējumu u. c. izstrādājumu ražošana; reklāmai pat izdeva speciālu šo izstrādājumu katalogu ar cenām [107].

133. att. Kabiles Upesmuižas lieteņa fragments (puslietenis).

RPI Metālu tehnoloģijas katedrā atrodas *dzelzs krics,* kas sver 137 g *(134. att.)* un iegūts, pārstrādājot kricu ēzē čuguna lieteni. Griezuma vietā redzamas dažādas struktūras sastāvdaļas: perlīts, cementīts, bet krica ārējā kārtā — arī ferīts. Atsevišķās vietās vērojama arī vidmanšteta struktūra. Sārņu ieslēgumu daudzums ir neliels. Divu mikrovietu mikrostruktūras parādītas LII attēlā *(1, 2)*.

Šajā periodā — rūpnieciskā apvērsuma laikā — metalurgi iemācījās metinātas dzelzs vietā ražot lietu dzelzi. Tāds metāls ir tīrāks no sārņiem un līdz ar to augstvērtīgāks. Ābām dzelzīm ir katrai sava raksturīga mikrostruktūra. LIII attēlā metinātās dzelzs mikrostruktūra *(1)* sastāv no ferīta graudiem un melniem izstieptiem sārņu ieslēgumiem, bet lietas dzelzs mikrostruktūra *(2)* sastāv no ferīta graudiem.

Izkaptis. Latvijas PSR Vēstures muzeja Etnogrāfiskās nodaļas fondos atrodas vairākas izkaptis, no kurām trīs izvēlētas analīzēm *(135. att.)*.

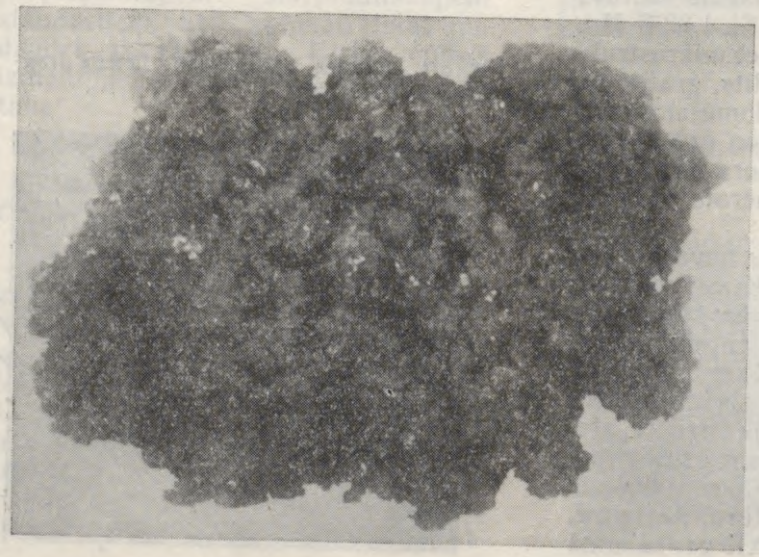
Pirmā analizēta mūsu gadsimta sākumā Sāmsalā gatavota izkapts *(135. att. — 1)*. Mikrošlifs izgriezts no asmens virsotnes neliela trīsstūra veidā. No asmens tehnoloģiskās shēmas *(135. att. — 1)* redzams, ka asmens vidū ir uz martensītu rūdīts tērauda slānis (satur 0,4% C), bet abos sānos dzelzs slānis, kas vietām satur arī nedaudz oglekļa (līdz 0,05%). Iegūtā martensīta mikrocietība bija 707. LIV attēlā ir parādīta griezējdaļas mikrostruktūra pēc atkvēlināšanas: vidū redzama tērauda 40 vai 45 mikrostruktūra (ferīts un perlīts), malās — dzelzs (Ст1) mikrostruktūra (ferīts un nedaudz perlīta). Dažās metinājuma šuves vietās manāmi arī nelieli sārņu ieslēgumi.

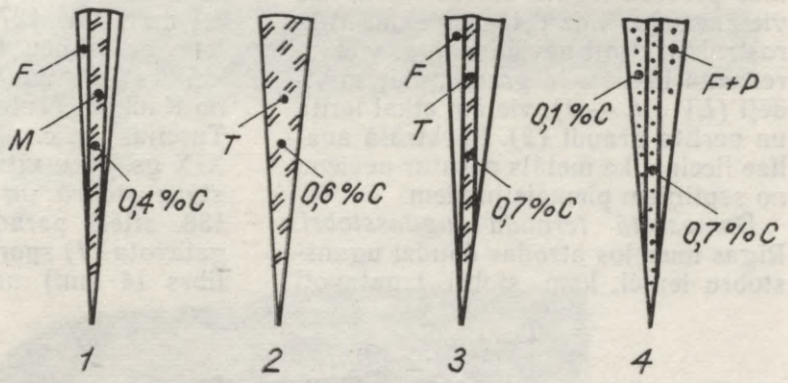
Otrā izkapts ir no Vecpiebalgas *(135. att. — 2)*. Tā datējama ar XX gs. 30. gadiem. Izkapts izkalta no viendabīga tērauda ar oglekļa daudzumu ap 0,6% un rūdīta uz trostītu, iegūstot mikrocietību 592 vienības.

Trešā izkapts ir no Skultes *(135. att. — 3)*, to gatavojis vietējais kalējs E. Šlesers. Tehnoloģiskā shēma rāda, ka asmens vidū ir uz trostītu rūdīts tērauda slānis ar oglekļa saturu 0,7%, bet malās dzelzs slānis, kas satur līdz 0,05% oglekļa. Viscaur atrodas sīki un nelieli izstiepti sārņu ieslēgumi. Trostīta mikrocietība 634.

LPSR Vēstures muzejs ap 1960. ga-

134. att. Kricu ēzes krics [149]. Paliel. 1,2×.





135. att. Izkapšu asmeņu tehnoloģiskās shēmas: *1* — Sāmsalas, *2* — Vecpiebalgas, *3* — Skultes, *4* — Sāmsalas.

du nodeva pasūtījumu kādam Sāmsalas kalējam, kas tolaik vēl kala vietējiem iedzīvotājiem izkaptis. Viņš izgatavoja arī muzejam attiecīgos paraugus. Ст1—Ст2 stienī viņš iemetināja instrumentu tēraudu У7 un izgatavoja asmeni pēc tehnoloģiskās shēmas, kas redzama 135. attēlā *(4)*. Pēc tam, izkapti norūdot, ieguva ķīļa vidū cietu tērauda slāni, bet malās metāls palika mīksts. Šāda izkapts darbā it kā pati uzasinās.

Šo izkapšu analīzes rāda, ka vēl mūsu gadsimta vidū ir saglabājusies tehnoloģija gatavot izkaptis, kas sastāv no trim slāņiem: vidējais — no rūdāma tērauda, bet malējie — no dzelzs, kas nerūdās. Jāatzīmē, ka mūsdienās saskaņā ar ГОСТ 2935—65 rūpnīcās gatavo izkaptis no viendabīga instrumentu tērauda У7А (satur 0,7—0,74% oglekļa) un rūda uz cietību HB 444—514.

Dzelzceļa sliede. Pirms apmēram 20 gadiem kapitāli remontēja Rīgas cirka ēku, kas būvēta pagājušā gadsimta beigās. Pārbaudot dzelzs konstrukcijai ņemto sliedi, redzams, ka metāls ir ļoti neviendabīgs. Tā griezuma makrostruktūras Baumaņa nospiedums parādīts 136. attēlā. Tumšās vietas satur palielinātu sēra daudzumu. Sliede ir gatavota no metāla, kas iegūts, kaļot kopā dzelzs gabalus ar dažādu sēra daudzumu. Tā ir zemas kvalitātes.

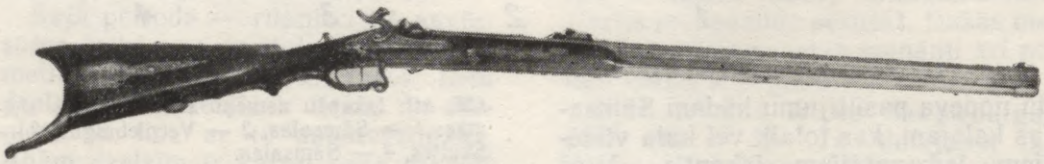
Vecā Pētera baznīcas gaiļa dzelzs stienis. 1970. gadā atjaunoja Pētera baznīcas torni. Sakarā ar to pārbaudīja vecā baznīcas gaiļa astes atvēruma dzelzs stieni, vai tas ir vēl lietojams. Vecais gailis bija uzcelts smailē 1747. gadā. Taču būtībā gailis bija augšā arī senāk — pirms torņa nodegšanas 1729. gadā [17, *13. lpp.*]; tas tika novietots torņa smailē 1690. gadā [17, *17., 18. lpp.*].

Dzelzs stienis ir prizmatisks. Vienā galā nogrieztā mikrošliifa analīze liecina, ka stienis ir izgatavots no pūs-

136. att. XIX gs. dzelzceļa sliedes makrostruktūra (samaz. 2×).

mas procesā iegūta dzelzs krica, kas vietām satur līdz 0,4% oglekļa. Mikrostruktūra ļoti neviendabīga: vietām redzami lieli ferīta graudi, vietām vidēji *(LV att. — 1)*, vietām atkal ferīta un perlīta graudi *(2)*. Spektrālā analīze liecina, ka metāls nesatur nevienu no septiņiem piemaisījumiem.

Damascētā tērauda ugunsstobri. Rīgas muzejos atrodas daudzi ugunsstobru ieroči, kam stobri izgatavoti



137. att. Vācijas XIX gs. vītņu šautene (kalibrs 12,5 mm). Astoņstūru stobrs izgatavots no damascētā tērauda.

gan no parastā tērauda, gan no damascētā tērauda. Šeit apskatīsim tikai damascētā tērauda ieročus. To sadalījums dots 13. tabulā.

Rīgā esošās šautenes (bises) un pistoles, kam stobri izgatavoti no damascētā tērauda, ir datētas ar XVIII un XIX gs. Stobra garums mainās no

13. tabula

Damascētā tērauda ugunsstobru ieroču skaits Rīgas muzejos

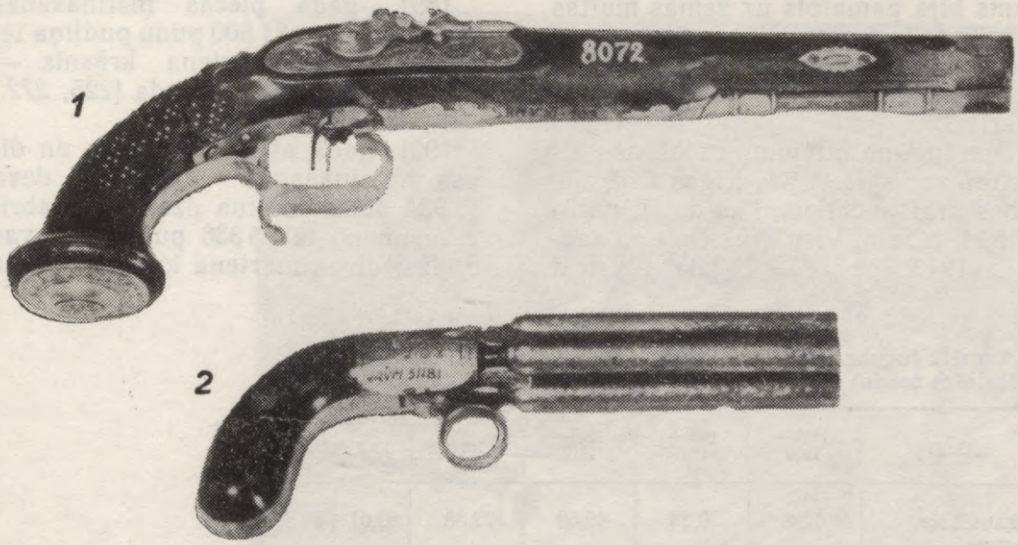
Ieroču veids		Latvijas PSR Vēstures muzejs	Rīgas vēstures un kuģniecības muzejs	Kopā
Šautene (bise)	vienstobra	4	6	10
	divstobru	—	3	3
Pistole (revolveris)	vienstobra	3	3	6
	divstobru	1	—	1
	četrstobru	3	—	3
	piecstobru	1	1	2
	sešstobru	—	2	2
	astoņstobru	1	—	1
	Kopā	13	15	28

50 mm (Beļģijas pistole, kalibrs 8,4 mm) līdz 1270 mm (medību šautene ar franču tipa krama atslēgu, kalibrs 14,5 mm). Tie visi ir ievesti no Kaukāza, Tulas, Beļģijas, Vācijas, Turcijas u. c. 137. attēlā parādīta XIX gs. vācu vītņu šautene ar astoņstūru stobru un kalibru 12,5 mm. 138. attēlā parādīta XIX gs. Vācijā gatavota *(1)* sporta kapseļpistole (kalibrs 14 mm) un piecstobru pistole *(2)*, kas gatavota Beļģijā XIX gs. sākumā (Marietes tipa).

Damascētā tērauda rakstiem uz stobra virsmas ir līdzība ar I nodaļā aprakstīto zobenu un šķēpu smaiļu damascētā tērauda rakstiem, tikai ieroču stobriem tie ir smalkāki. Piecu stobru raksti parādīti LVI attēlā. Tur redzams vītņu veida raksts *(1)* un vērptu slāņu raksti *(2—5)*. Damascētais tērauds ir vai nu visā stobra biezumā (pistolēm, kam ir īsāki stobri), piemēram, Marietes tipa pistolēm *(138. att. — 2, LVI att. — 4)*, vai arī ir uzmetināts uz stobra virsmas *(138. att. — 1, LVI att. — 2, 3, 5)*. Vērptie slāņi satur 9—13 mazoglekļa tērauda plāksnītes dzelzs laukā.

Stobru vērpto slāņu mikrostruktūrā *(LVII att. — 1, 2)* redzams, ka tām ir liela līdzība ar I nodaļā aprakstītajām damascētā tērauda mikrostruktūrām *(XXXIII att. — 1, 2)*. Arī šis damascētais tērauds gatavots no dzelzs un mazoglekļa plāksnītēm, kas satur oglekli ap 0,1—0,2%. Analizējot vītņu veida tērauda mikrostruktūru, redzams, ka damascētais tērauds sastāv no mazoglekļa tērauda (ap 0,1% C) un dzelzs plāksnītēm.

Apgūstot prasmi ražot lieto leģēto tēraudu un to uzlabojot (termiski apstrādājot), ieguva stobriem ievērojami labāku metālu. Tāda metāla struk-



138. att. Divas damascētā tērauda stobru pistoles: *1* — sporta tipa (XIX gs.), kalibrs 14 mm, *2* — piecstobru tipa (Beļģijā XIX gs.), kalibrs 9 mm.

tūra, piemēram, parādīta LVII attēlā *(3)*. Šim metālam ir vismaz divas trīs reizes lielāka stiprība nekā damascētajam tēraudam.

ĪSS RAŽOŠANAS APJOMA APSKATS

1913. gadā Latvija sasniedza savu kapitālistiskās attīstības augstāko līmeni, kļūdama no agrāras zemes par industriālu (rūpniecības produkcijas īpatsvars visas Latvijas saimniecības kopprodukcijā sasniedza 52%). Rūpniecība bija cieši saistīta ar Krievijas tirgiem un izejvielu avotiem; no visiem ražojumiem 1913. gadā 63% izveda uz citām Krievijas guberņām, 11% uz ārzemēm un tikai 26% palika vietējam patēriņam. Uz citām Krievijas guberņām izveda darba galdus, vagonus, velosipēdus, metāla izstrādājumus, naglas, stieples un daudzas citas preces.

Sākot ar XIX gs. 90. gadiem, Latvijas metālapstrādāšanas rūpniecība lielāko tiesu izejmateriālus saņēma no Krievijas iekšienes. 1913. gadā Rīgas rūpniecība izlietoja ap 73 000 tonnu Krievijas čuguna, 600 tonnu ārzemju čuguna un 1200 tonnu dzelzs un tērauda. Taču jāatzīmē, ka šajā laikā pastāvēja sindikāti «Prodamet» un «Produgol», kas savās rokās turēja čuguna ražošanu un ogļu ieguvi, mākslīgi radīja čuguna un ogļu trūkumu, lai paaugstinātu cenas [92, *312.—316. lpp.*].

1913. gada beigās Latvijā darbojās 111 metālapstrādāšanas uzņēmumi ar strādnieku kopskaitu 29 974. Šie uzņēmumi deva 24,5% no Latvijas rūpniecības produkcijas, ieņemot starp galvenajām ražošanas nozarēm pirmo vietu [92, *312. lpp.*].

Lielais pieprasījums pēc tērauda radīja domu uzbūvēt Rīgā besemera tērauda ražošanas rūpnīcu, jo Rīgā bija visi pamati tādas rūpnīcas būvei: starp vietējiem speciālistiem varēja atrast augsti kvalificētus kadrus, un nepieciešamo čugunu un akmeņogles varēja viegli ievest pa jūru no Anglijas. Tolaik ar ievestu izejmateriālu Krievijā jau strādāja trīs besemera tērauda rūpnīcas (Varšavā — Nova Pragā, Brjanskā un Pēterburgā Putilovas rūpnīcā) [142]. Taču šis ietei-

kums bija pamatots uz zemās muitas likmi par izejmateriāliem, un kad pēc pieciem gadiem muitu paaugstināja, doma par tādas rūpnīcas celšanu Rīgā atkrita.

Par čuguna atlējumu ražošanas attīstību var spriest pēc Rīgas tirdzniecības arhīva datiem, kas daļēji parādīti 14. tabulā. Visvairāk čuguna kausēts 1913. gadā — 82,35 tūkstoši tonnu. Ja ņem vērā, ka tajā laikā Krievijā kopējais atlējumu daudzums bija 508 tūkstoši tonnu gadā, tad tas ir apmēram 16% no visa Krievijā kausētā čuguna daudzuma [208].

14. tabula

Izkausētā čuguna daudzums lietuvēs laikā no 1896. līdz 1913. gadam (tūkstošos tonnu) [208]

Gadi	1896—1900	1901—1905	1906—1910	1911	1912	1913
Izkausētais čuguns	13,8	30,88	40,52	72,88	60,01	82,35

Tēraudliešanā lielu ieguldījumu deva vagonu rūpnīcas «Feniksa» tēraudlējēji. Cehā strādāja trīs bāziskas martena krāsnis, kas pārkausēja galvenokārt lūžņus. Klona izlabošanai lietoja apdedzinātu vietējo dolomītu. Gadā deva virs 3000 t fasonveida atlējumu; tas tolaik bija daudz, ja ievēro, ka visā Krievijā ražoja tikai 67,5 tūkstošus tonnu [208].

Par Liepājas lielāko metalurģisko uzņēmumu «Bekers un Ko» statistikas pārskatos ir dotas, piemēram, šādas ziņas:

1887. gadā rūpnīca, pārstrādājot 12 pudliņa krāsnīs 450 000 pudu čuguna, deva dažādus izstrādājumus 404 275 pudu svarā (stieples, naglas, ķēdes u. c.) [243, *218. lpp.*];

1891. gadā piecās metināšanas krāsnīs ieguva 81 500 pudu pudliņa tērauda; divās martena krāsnīs — 749 320 pudu lietā tērauda [225, *222., 228., 229., 240. lpp.*];

1901. gadā astoņas pudliņa un divas metināšanas krāsnis deva 63 924 pudu pudliņa dzelzs pusfabrikātu un no tā 55 336 pudus gatavas dzelzs; divas martena krāsnis ražoja 1 903 200 pudu martena tērauda un no tā 1 688 745 pudus izstrādājumu [237, *358., 359. lpp.*];

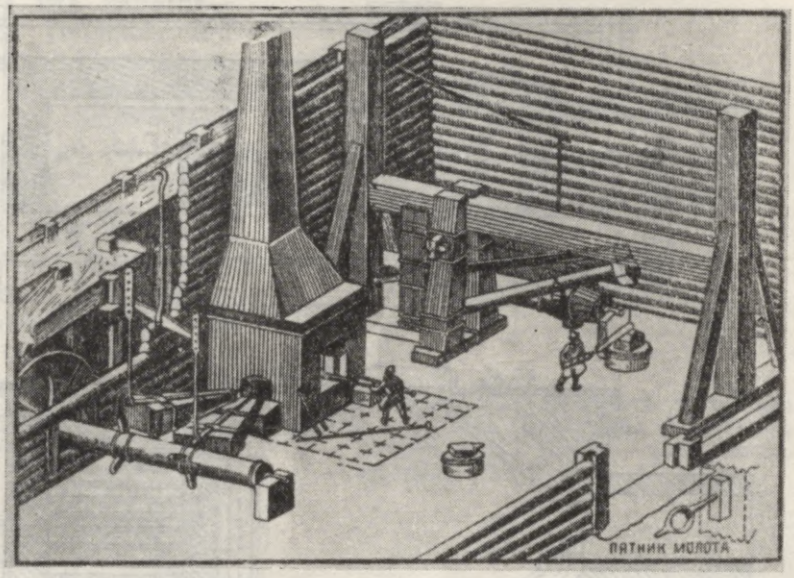
1902. gadā deva 2 200 000 pudu metāla (nebija vairs pudliņa krāšņu) [237, *358., 359. lpp.*].

Pakāpeniski martena krāsnis deva vairāk metāla, sasniedzot lietņu kopsvaru 46 000 t [103].

Uzņēmumu čugunu lietuvēs atradās viena līdz trīs vagrankas, no kurām vairums kausēja stundā 2—4 tonnas metāla, taču bija arī vagrankas ar 10 t kausēšanas spēju stundā («Siriusā»). Atsevišķos gadījumos lietotas arī tīģeļkrāsnis, kas deva līdz 2,4 t čuguna (Krievu-Baltijas vagonu rūpnīcā). Lietoja arī liesmas krāsnis ar ietilpību 10 un 20 t («Siriusā»). Tāda rūpnīca kā «Felzers un Ko» varēja dot pat līdz 3500 pudu smagus atlējumus (ap 57 t).

METĀLA RAŽOŠANAS UN KAUSĒŠANAS KRĀSNIS

Apskatot atsevišķās manufaktūras un fabrikas, redzams, ka dzelzs un tērauda ražošanā ir lietotas kricu ēzes, pudliņa krāsnis, metināšanas krāsnis, sīkbesemera konverteri, martena krāsnis un tīģeļkrāsnis. Čuguna kau-



139. att. Kricu ēzes telpa. Centrā — kricu ēze, pa kreisi — plēšas, ko darbina ūdensrata pārvads, pa labi — sviras veseris kricu apkalšanai [201].

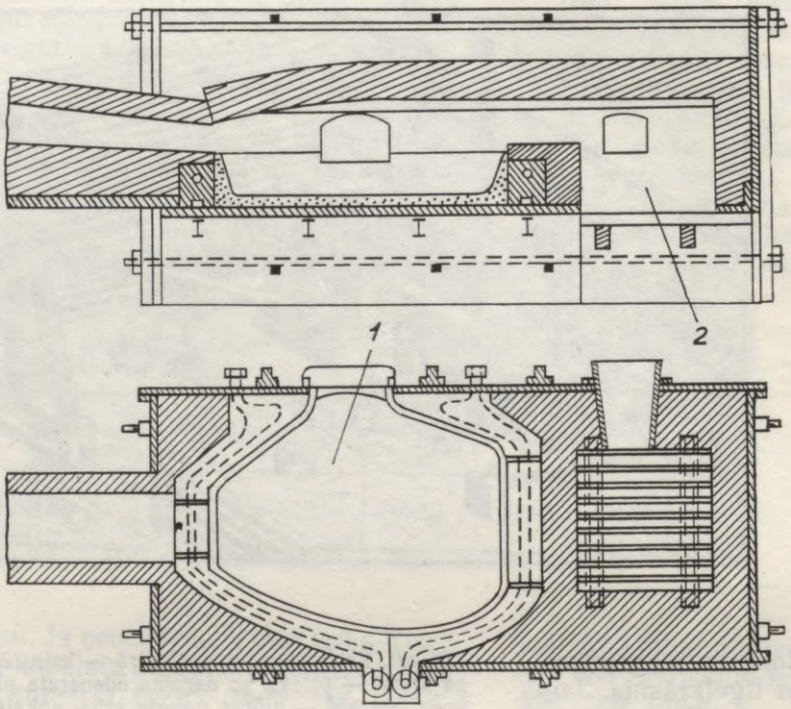
sēšanai lietotas domnas, vagrankas, liesmas krāsnis un tīģeļkrāsnis. Jautājums par tērauda plašāku ražošanu cementējamās krāsnīs pagaidām nav noskaidrots. Šeit apskatīsim krāsnis, vadoties galvenokārt no aprakstiem metālu tehnoloģijas literatūrā, jo par vietējām krāsnīm zīmējumi vai fotogrāfijas nebija atrodami.

Domna *(čuguna ceplis).* Domnas noteikti lietoja Kurzemes dzelzs manufaktūrās Engurē un Uguņciemā (XVIII gs.). Tās iespējamais veids parādīts 95. attēlā. Pagaidām nav skaidrs, vai tās lietoja arī Jaunpagastā, Rendas Dzelzsāmuros, Rozēnu Dzelzsāmuros u. c.

Kricu ēze. Vissenākais čuguna pārstrādāšanas paņēmiens notika kricu ēzē, kur uz sakarsētām kokoglēm uzlika čuguna lieteni *(97. att.)*. Kokoglēm sadegot, radās liels siltuma daudzums, čuguns pakāpeniski izkusa un notecēja pilienu veidā ēzes apakšējā daļā. Šķidrā čuguna pilieniem saskaroties ar skābekli gaisā, izdega ogleklis un citi piemaisījumi. Ēzes apakšdaļā pilieni saķepa cits ar citu, izveidojot lielu porainu piku, ko nosauca par kricu *(134. att.)*. Iegūto kricu izvilka ar knaiblēm no ēzes, apkala ar veseri no visām pusēm blīvāku un izdauzot ārpusē dzelzs sārņus. Rezultātā ieguva krica jeb metināto dzelzi *(LI att.)*. Par tādām ēzēm Krievijā daudz ziņu sniegts V. Jakovļeva grāmatā [260]. Kricu ēzes novietojums darbnīcā un tās apkārtējais izskats parādīts 139. attēlā. Kricu ēzes bija Engurē, Uguņciemā, Kabiles Upesmuižā u. c., Krievijā 1890. gadā tādu bija 450 [146].

Pudliņa krāsns. Mēģinājums aizvietot kricu ēzē kokogles ar akmeņoglēm beidzās nesekmīgi: akmeņogles piesārņoja dzelzi ar sēru un padarīja to sarkanlūstīgu. 1788. gadā tika radīta jauna tipa krāsns: kurtuvi atdalīja no krāsns darba telpas, darba telpu izveidoja horizontālu. Kurtuvē varēja sadedzināt jebkuru kurināmo, kas deva garu liesmu (akmeņogles, malku, kūdru u. c.), tādējādi krāsns garenvirzienā plūstošās karstās gāzes tikai pieskaras kausējamam metālam, t. i., čugunam *(140. att.)*.

Vispirms izkusa krāsnī ieliktie domnas čuguna gabali, pēc tam no



140. att. Pudliņa krāsns. Zīmējums [149]: *1* — darba telpa, *2* — kurtuve.

čuguna sāka izdegt piemaisījumi, un metāls pamazām no šķidra stāvokļa pārgāja mīklveidīgā, jo krāsns temperatūra bija nepietiekama, lai iegūtā dzelzs izkustu. Krāsns darba telpā radās mīklveida metāla pikas; metālu nepārtraukti pārmaisot ar dzelzs stieni, šīs pikas savā starpā sametinājās, dodot kricu, kura tukšumi pildījās ar sārņiem.

Tālāk notika krica izvilkšana no krāsns un apkalšana zem kricu vesera, lai metāls sablīvētos un izspiestu no dzelzs daļu sārņu. Sablīvēšanu varēja veikt arī kricu velmēs. Rezultātā ieguva lielus, rupjus pudliņa tērauda gabalus un milbarsus (izvelmētas stieņveida rupjas sagataves). Tā kā sārņi tika dzīti uz ārpusi, tad stieņu virsma nebija gluda.

Lai samazinātu milbarsu sastāvu neviendabīgumu, lietoja divus tālākus apstrādes paņēmienus — bušelēšanu vai paketēšanu ar velmēšanu.

Bušelēšanā milbarsu sagrieza pēc iespējas mazākos gabalos. Tad šos nelielos gabalus (jo mazāki, jo labāki) salika paketē vai sainī, vai vairākās paketēs un no tām sagatavoja 80—270 kg smagu kaudzi metināšanas krāsnī, kur to sakarsēja līdz «baltkvēlei», t. i., līdz temperatūrai, kad notiek pašsametināšanās. Tad kravu—paketi izvilka ārā, apspieda kricu presē un velmēja vai izkala vajadzīgā profilā. Ar šādu paņēmienu varēja iegūt labas kvalitātes metālu, taču tas bija pārāk dārgs. To lietoja arī nelielu lūžņu gabalu pārstrādē jaunā metālā. Lūžņi bija ievērojami lētāki par milbarsiem, taču, ja lūžņi nebija rūpīgi izlasīti, iegūtā jaunā dzelzs varēja būt zemas kvalitātes.

Plašāk lietoja otru paņēmienu — milbarsu sagrieza 600—900 mm garos gabalos (parasti tā biezums bija 20 mm, platums 65—200 mm), tad salika piecus līdz septiņus gabalus paketē un saistīja ar skārda lentu vai stiepli, ielika krāsnī, karsēja līdz baltkvēlei (notika pašsametināšanās!). Pēc tam to izņēma no krāsns un izvel-

mēja. Pirmos divos trīs kalibros— gājienos no metāla izspiedās ārā sārņi, bet tālāk sārņi jau atdzisa, kļuva plastiski un palika metālā. Šādi ieguva jau gludāku un viendabīgāku stieni, ko pārdeva tirgū kā tirdzniecības dzelzi dažādiem izstrādājumiem. Dažreiz tādu rafinēšanu izdarīja arī otrreiz [217, *421., 422. lpp.*].

Par pudliņa krāsnīm ir daudz ziņu [260, *110.—170. lpp.*; 217, *404.—449. lpp.*]; 1890. gadā Krievijā bija 664 pudliņa krāsnis [146].

Pudliņa krāsnī iegūtā dzelzs bija daudz lētāka par kricu ēzes metālu, taču šis process bija ne visai ražīgs: diennaktī krāsns deva 1,5—2,5 t metinātās dzelzs [129, *80. lpp.*].

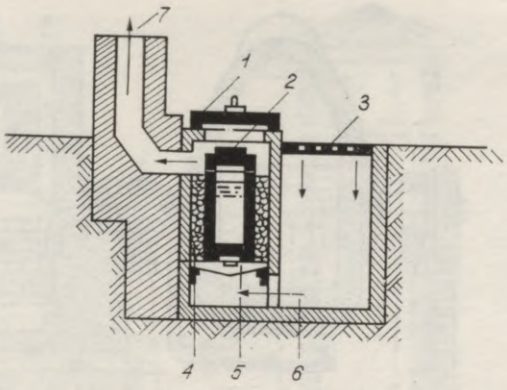
Pudliņa krāsnis bija Liepājā «Bekers un Ko» rūpnīcā.

Metināšanas krāsns. Metināšanas krāsnis lietoja sīkāku pudliņa tērauda gabalu sametināšanai lielākā gabalā, kā arī vecās dzelzs gabalu sametināšanai jaunā, lielākā gabalā. Jāsaka, ka metināšanas krāsni varēja izmantot arī kā pudliņa krāsni, un otrādi. Krāsns varēja darboties ar pašvelkmi, lietojot cieto kurināmo, varēja darboties ar gāzveida kurināmo, varēja darboties ar gaisa reģeneratīvo sasildīšanu (Sīmensa krāsns) u. c. [260, *195. lpp.*].

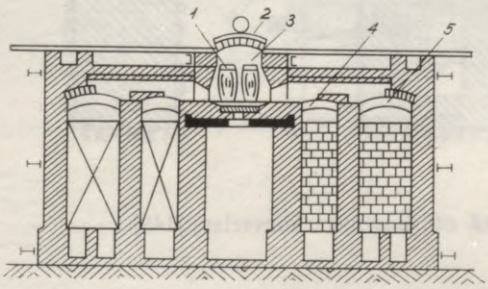
Metināšanas krāsnis bija Liepājā «Bekers un Ko» fabrikā, kā arī neliela veida dažādu vietu dzelzsāmuros, kur veco dzelzi pārkala jaunā, piemēram, Rendas Dzelzsāmuros, Jaunpagastā, Jaunannās u. c.

Cementācijas krāsns. Līdz 1856. gadam pastāvēja divi tērauda ražošanas paņēmieni: cementācija un tīģeļa process. Abi paņēmieni bija pazīstami jau tālā pagātnē.

Cementācijai lietoja mufeļu tipa krāsnis vai kastītes, kur ievietoja cementējamo dzelzi, pārklātu no visām pusēm ar kokogļu smalkumiem un dažiem procesu aktivatoriem. Kastīti blīvi noslēdza ar māliem un ievietoja cementācijas krāsnī, paceļot krāsnī temperatūru triju četru stundu laikā līdz 900—1100°, tāda krāsnī saglabāta 7—12 dienas; tad izdzēsa uguni un



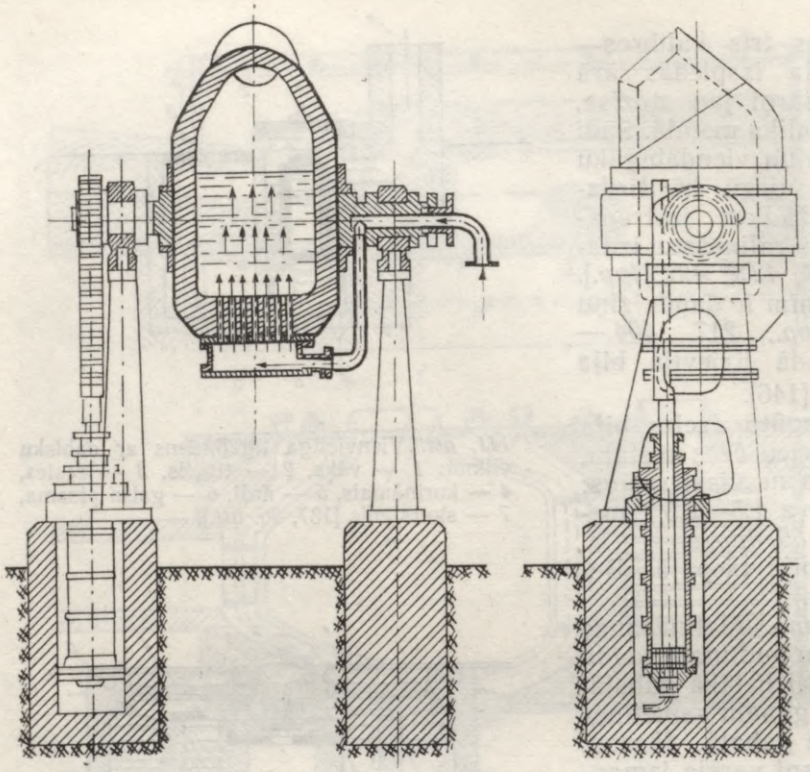
141. att. Vienvietīga tīģeļkrāsns ar dabisku vilkmi: *1* — vāks, *2* — tīģelis, *3* — restes, *4* — kurināmais, *5* — ārdi, *6* — gaisa plūsma, *7* — skurstenis [137, *36. att.*].



142. att. Daudzvietīga tīģeļkrāsns ar reģeneratoriem: *1* — tīģelis, *2* — vāks, *3* — darba telpa, *4* — gāzes reģenerators, *5* — gaisa reģenerators [149].

krāsnij ļāva atdzist, līdz varēja cementējamo kastīti izņemt. Dzelzī bija difundējis ogleklis, un tā kļuva par tēraudu. Oglekļa daudzums bija 0,5—1,5% [217, *450.—452. lpp.*; 260, *171.—180. lpp.*]. 1897. gadā Krievijā bija 93 cementējamās krāsnis [147].

Tīģeļkrāsns. Viendabīgāku par cementēto tēraudu ieguva, ja to kausēja tīģeļos. Šai nolūkā vispirms izšķiroja cementētā tērauda gabalus pēc cietības vai oglekļa daudzuma, tad sacirta tos sīkos gabalos un ievietoja ugunsizturīga māla tīģeļos. Tīģeļus nosedza ar vāku, spraugas blīvi aiztaisīja ar māliem un tad ievietoja tos ēzē, apkārt apberot kokogles, vēlāk koksu.



143. att. Besemera konverters [149].

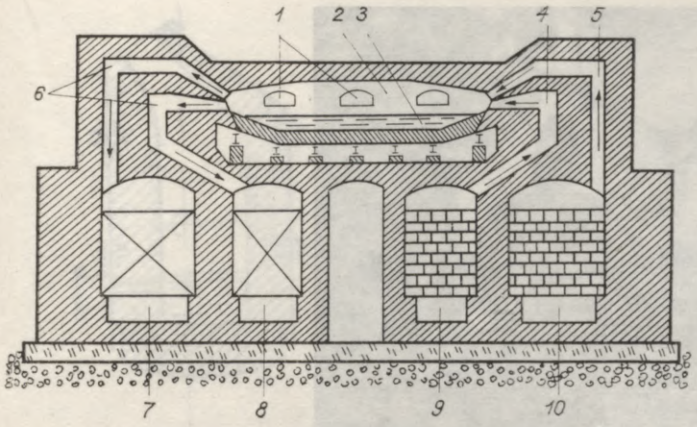
ķokoglēm vai koksam intensīvi degot, sakarsa tīģeļa saturs un izkusa; ieguva viendabīgu šķidru tēraudu. Tad tīģeli izņēma no ēzes, noņēma vāku, no metāla virsmas notīrīja sārņus un šķidro metālu ielēja čuguna kokilē vai formzemes formā, kur tas sacietēja lietņos. Pēc tam šādu lietni sakarsēja kalšanai vai velmēšanai. Ar gadiem radās arī citi kausēšanas varianti. Krievijā 1897. gadā bija 233 tīģeļkrāsnis un pavardi [147].

Lielākas tīgeļkrāsnis labprāt būvēja ar gāzu un gaisa reģeneratoriem, kā tas ir martena krāsnīs, tikai pavardā ievietoja slēgtos tīģeļus. Viena tāda krāsns parādīta 142. attēlā. Liepājā, domājams, bija riņķveida krāsnis *(141. att.)*. Rīgā uzņēmumā «Salamandra» bija divas tīģeļkrāsnis ar 12—15 tīģeļiem (katrs tīģelis ar ietilpību 25 kg), t. i., viena krāsns deva 300—375 kg tīģeļtērauda, domājams, tāda, kāda parādīta 142. attēlā.

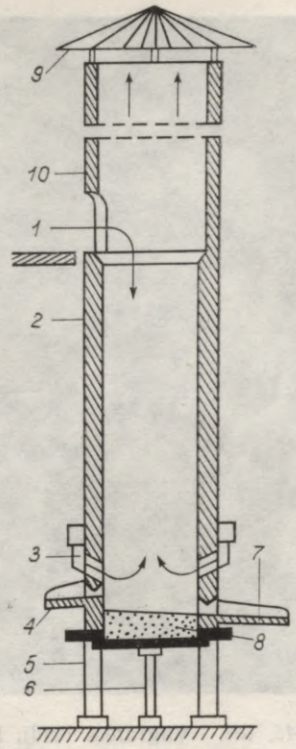
Tīģeļkrāsnis lietotas arī čuguna kausēšanai, piemēram, Krievu-Baltijas vagonu rūpnīcā.

Martena krāsns. Attīstoties mašīnbūvniecībai, it īpaši dzelzceļa būvei, prasības pēc tērauda ātri pieauga. Kricu un pudliņa paņēmieni nevarēja apmierināt pieprasījumus. Praktiski šo uzdevumu veica, atklājot konverteru un martena paņēmienus.

Konvertera paņēmienā tēraudu ieguva no šķidra čuguna, ko ielēja bumbierveida traukā, kas izoderēts ar ugunsizturīgu materiālu, tad no apakšas cauri pūta gaisu *(143. att.)*, tādējādi izdedzinot piemaisījumus un to daudzumu samazinot līdz tēraudā esošam daudzumam. Lietojot skābu ugunsizturīgu materiālu oderēšanai (dinasa ķieģeļus), tādu konverteru



144. att. Martena krāsns: *1* — iekraušanas logi, *2* — darba telpa, *3* — metāla vanna, *4* — gāzes plūsma, *5* — gaisa plūsma, *6* — degšanas produkti, *7* un *10* — gaisa reģeneratori, *8* un *9* — gāzes reģeneratori [149].



145. att. Vagranka: *1* — šihtas iekraušanas logs, *2* — šahta, *3* — furma, *4* — sārņu izteces rene, *5* — kolonna, *6* — stute, *7* — čuguna izteces rene, *8* — klons, *9* — kupols, *10* — skurstenis [149].

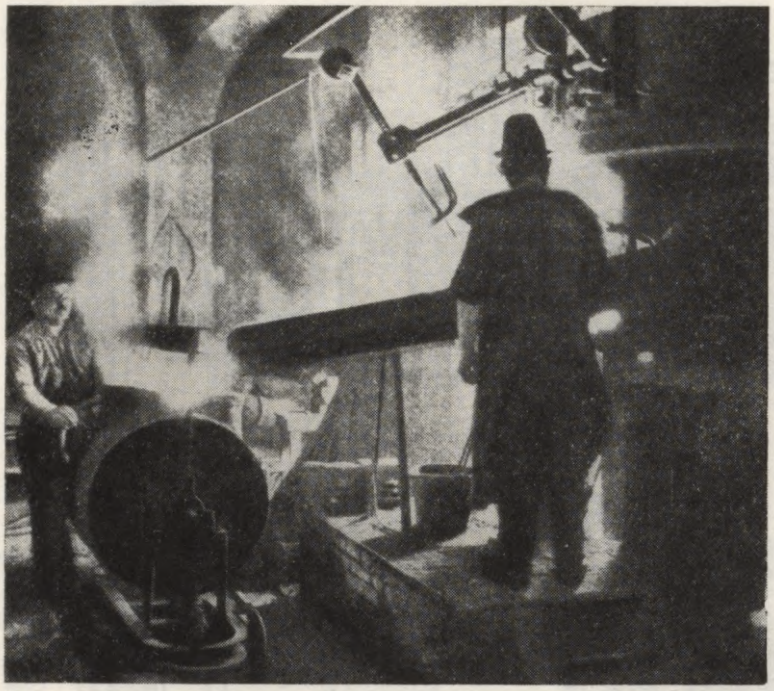
nosauca par besemera konverteru (1856. g.), bet, lietojot bāzisku materiālu (apdedzinātu dolomītu), — par tomasa konverteru (1878. g.). Neviens no šiem konverteriem Latvijas teritorijā netika būvēts.

Martena krāsns pavardā ievietoja dažādu šihtu: melnā metāla lūžņus, cietu vai šķidru čugunu. Šis paņēmiens bija piemērots Latvijas apstākļiem, jo varēja izmantot lielāku daudzumu sakrājušos lūžņu. Liepājā pirmās divas krāsnis uzbūvēja 1891. gadā, Rīgā — 1898. gadā.

Ar gāzi apkurināmas martena krāsns shēma dota 144. attēlā. Krāsns pavardam apakšpusē atrodas četri siltuma uzkrājēji—reģeneratori gaisa un deggāzes sakarsēšanai. Pavarda klonu izgatavo no bāziska vai skāba ugunsizturīga materiāla. Atkarībā no tā krāsni sauc par bāzisku vai skābu. Latvijas martena krāsnis bija bāziskas, jo tajās varēja izveidot bāziskus sārņus un ar to palīdzību samazināt tēraudā sēra un fosfora daudzumu. Liepājā bija trīs martena krāsnis ar ietilpību 5—25 t, Rīgā — septiņas krāsnis ar ietilpību 3—15 t.

Vagranka. Lietuves čugunu visbiežāk kausē īpašā šahtveida krāsnī — vagrankā. Tās garengriezuma shēma parādīta 145. attēlā. Vagranku piekrauj kārtām ar koksu, čuguna lietežiem, lūžņiem un kušņiem (kaļķakmeni). Koksa degšanai nepieciešamo gaisu pievada ar spiedienu caur apakšējā daļā iekārtotajām furmām. Krāsnī iegūst līdz 1350—1450° lielu temperatūru; čuguns izkūst, sakrājas apakšdaļā un tiek izlaists ārā caur apakšējo izteces caurumu pa tekni lejamā kausā *(146. att.)*.

Parasti čugunu vagrankā kausēja



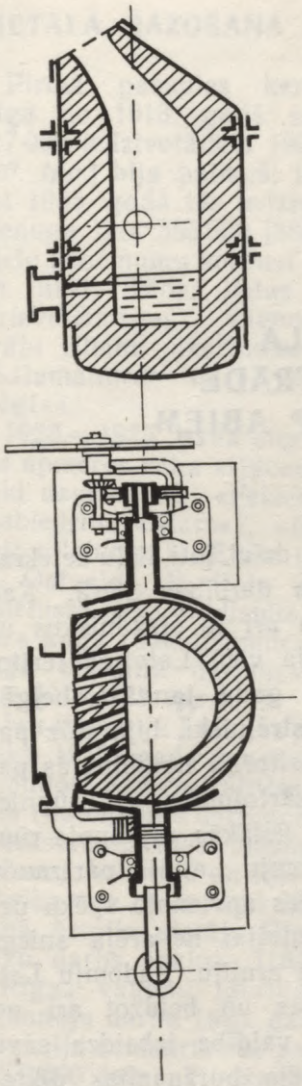
146. att. Vagranka brīdī, kad čugunu ielej cilindriskā kausā [149].

katru dienu 4—8 stundas. Vagrankas ražotspēju izsaka vienā stundā izkausētā čuguna daudzums. Visbiežāk tas bija 2—3 t, bet atsevišķos gadījumos sasniedza pat 10 t (rūpnīcā «Siriuss»). Vagranku kopskaits ap 1905. gadu bija ne mazāks par 60—70.

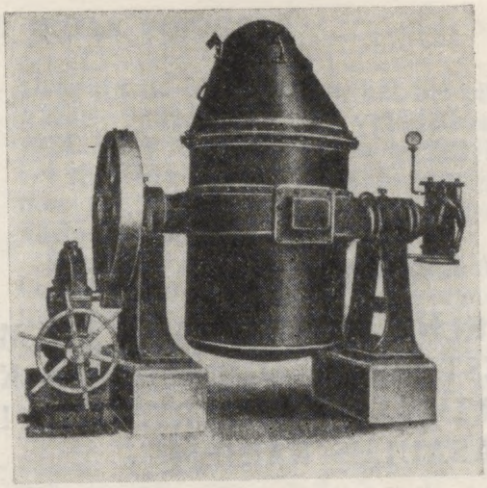
Pirms tādām stacionārām vagrankām, domājams, tika lietotas arī nelielas pagriežamas šahtveida krāsnis, kādas bija pazīstamas jau Rietumeiropā.

Sīkbesemera konverters. Sīkbesemera konverters atšķiras no parastā konvertera ar to, ka ir mazāka tilpuma, un gaisu tanī ievada ne no apakšas, bet no sāniem *(147., 148. att.)*. Pateicoties mazajam tilpumam, šādā konverterā nevar izveidot bāziskus sārņus, jo tie «iesalst», tāpēc krāsni oderē ar skābu ugunsizturīgu materiālu. Skābā oderējuma dēļ šo konverteru pieskaita pie besemera tipa, bet nelielo izmēru dēļ sauc par sīko. Šķidro, tēraudā pārstrādājamo čugunu kausē vagrankā. No šajā konverterā iegūtā tērauda labi atlejas sīkie tērauda atlējumi. Tādi konverteri bija Liepājā (trīs gabali ar kopietilpību 4 t) un Rīgā (viens ar 0,7 t ietilpību) kopš 1898. un 1900. gada.

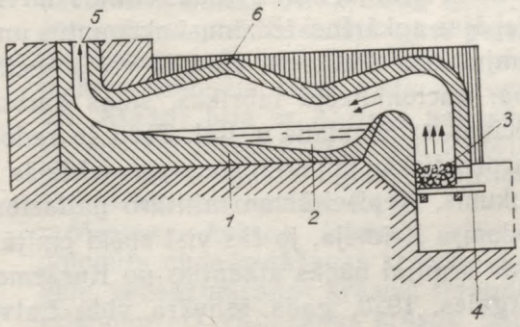
Liesmas krāsns. Čuguna kausēšanai mēdza lietot arī liesmas krāsnis. Liesmas krāsnis bija dažāda izveidojuma: angļu, amerikāņu un vācu. Rīgā lietotās krāsnis droši vien bija vācu tipa *(149. att.)*. Tās būvēja ar ietilpību līdz 10—20 t (rūpnīcā «Siriuss»). Krāsns pavardā ievietoja kausējamos čuguna lieteņus, čuguna lūžņus un nedaudz tērauda lūžņu. Kurtuvē sadedzināja akmeņogles vai mazutu.



147. att. Sīkbesemera konvertera divi griezumi [149].



148. att. Sīkbesemera konvertera ārējais izskats [149].



149. att. Liesmas krāsns (vācu tips): *1* — klons, *2* — metāla vanna, *3* — kurināmais, *4* — ārdi, *5* — degšanas produkti, *6* — velve [149].

IZPĒTĪTO PRIEKŠMETU (IZSTRĀDĀJUMU) SKAITLISKAIS SADALĪJUMS

Par periodu no XVIII gs. sākuma līdz pirmajam pasaules karam ir izpētīti šādi priekšmeti: dažādi čuguna izstrādājumi (haubice, sienu rotājumi, lietenis, vapeņi u. c.) — 8 gabali; dzelzs un tērauda izstrādājumi (izkaptis, damascētā tērauda ugunsstobri, krics u. c.) — 37 gabali; dzelzs sārņi — 15 gabali; kokogles — 6 gabali.

Bez tam uz vietas apskatītas visas zināmās dzelzs manufaktūras Vidzemē un Kurzemē, kā arī ap 70 dzelzsāmuru un fabriku vietas.

IV nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU RAŽOŠANA KARSTĀ APSTRĀDĒ LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LAIKĀ STARP ABIEM PASAULES KARIEM

Pirmais pasaules karš atstāja uz Latvijas saimniecisko dzīvi ļoti lielu ietekmi, jo jau ar pirmajām kara dienām Latvija nokļuva kara darbības sfērā. Kad fronte tuvojās Rīgai, no tās evakuēja gan fabrikas, gan arī to strādniekus uz Krievijas iekšieni. 1918. gadā vācu imperiālisti okupēja visu Latvijas teritoriju. Okupantu panākumi bija īslaicīgi. Jau nākamā gada janvāra beigās Sarkanā Armija, kuras rindās cīnījās latviešu sarkanie strēlnieki, bija līdz pat Liepājas apkārtnei izdzinusi okupantus un atbrīvotajā teritorijā nodibinājās padomju vara. Padomju valdība veica sociālistiskus pārkārtojumus arī rūpniecībā: nacionalizēja fabrikas, sīkās darbnīcas apvienoja lielākās, atjaunoja rūpniecības uzņēmumus u. tml. Taču šo radošo darbu Padomju Latvijā pārtrauca starptautiskā imperiālisma un iekšējās kontrrevolūcijas apvienoto spēku uzbrukums. Nepieciešamo militāro palīdzību Padomju Latvijai nevarēja sniegt Padomju Krievija, jo tās visi spēki cīnījās pret Kolčaka armiju. Padomju Latvijas armijai nācās atkāpties no Kurzemes, tad no Rīgas un beidzot arī no Latgales. 1920. gada janvāra vidū Latvijas Padomju valdība izbeidza savu darbību. Turpmākajos divdesmit gados Latvijā pastāvēja buržuāzijas diktatūra — no sākuma «demokrātijas», bet kopš 1934. gada — fašisma formā.

Buržuāziskās Latvijas ekonomika tika atrauta no tās dabiskās bāzes — Krievijas izejvielu avotiem un tirgiem un iekļauta pasaules kapitālistiskajā sistēmā. Anglija, Vācija un citas lielvalstis nebija ieinteresētas, lai Latvijā attīstītos rūpniecība, bet gan lai Latvija būtu rūpniecības preču patērētāja un lauksaimniecības produktu un kokmateriālu piegādātāja. Metālapstrādes, mašīnbūves un metalurģiskās rūpnīcas netika atjaunotas pat pirmskara līmenī. Lielo rūpniecības uzņēmumu korpusi Rīgā vai nu palika tukši, vai arī tajos iekārtojās sīkas darbnīcas. Tirdzniecības līgums ar Padomju Savienību stimulēja rūpniecības attīstību, taču to atjaunot un paplašināt nebija ieinteresēts buržuāzijas vadošais lielsaimnieku slānis. Tās interesēs bija attīstīt lauksaimniecību un ar to saistītās nozares. Latvija tika pārvērsta par imperiālistisko lielvalstu agrāro piedēkli. Metālrūpniecība un mašīnbūvniecība 1929. gadā sasniedza 22% no 1913. gada līmeņa [77, *183.—186. lpp.*].

Pirmā pasaules kara rezultātā Rīgā no 1913. gadā saskaitītajiem 517 000 iedzīvotājiem 1920. gadā [92, *320. lpp.*] bija palikuši tikai 185 000, bet 1935. gadā tās iedzīvotāju skaits pieauga līdz 385 000 [88b, *173. lpp.*]. Lielo uzņēmumu korpusi stāvēja klusi un tukši. Tādas lielas fabrikas kā Krievu-Baltijas vagonu fabrika, brāļu Kleinu uzņēmums, «Unions», «Salamandra» u. c. palika pilnīgi slēgtas.

1923.—1925. gadā stipri samazinātos apmēros sāka atjaunot darbu vairāki uzņēmumi: «Felzers un Ko» (sabiedrība «Stars»), «Ressort» (ražoja atlējumus), «Etna» (A. Dippers), G. Ostvalds, R. Pole (O. Kellers), «Siriuss» (G. Valdispīls), Mīlgrāvja kara kuģu remontrūpnīca (Mīlgrāvja kuģu remonta darbnīca), E. Ceps u. c. [245, *123. lpp.*].

Jau Padomju Latvijas pastāvēšanas laikā 1919. gada janvārī daļēji tika atjaunota Krievu-Baltijas vagonu fabrika (automobiļu darbnīca), «Fenikss» (lauksaimniecības mašīnu darbnīca, lietuve), «Pirvica un Ko» mašīnbūves fabrika u. c., taču, kad 22. maijā Sarkanā Armija atstāja Rīgu, tur kādu laiku darbs apklusa [167, *106. lpp.*].

Rīgas vagonu fabrika «Fenikss» atjaunoja darbu 1923. gada 23. maijā kā akciju sabiedrība ar pamatkapitālu 5 200 000 latu ar nosaukumu «Rīgas Savienotā metalurģiskā, lokomotīvju, vagonu un mašīnu akciju sabiedrība «Fenikss»». Sākumā tanī strādāja 305 strādnieki. Līdz 1926. gadam iekārtoja vagonu, naglu, pakavu, mēbeļu atsperu darbnīcas, kā arī tēraudlietuvi [167, *106. lpp.*].

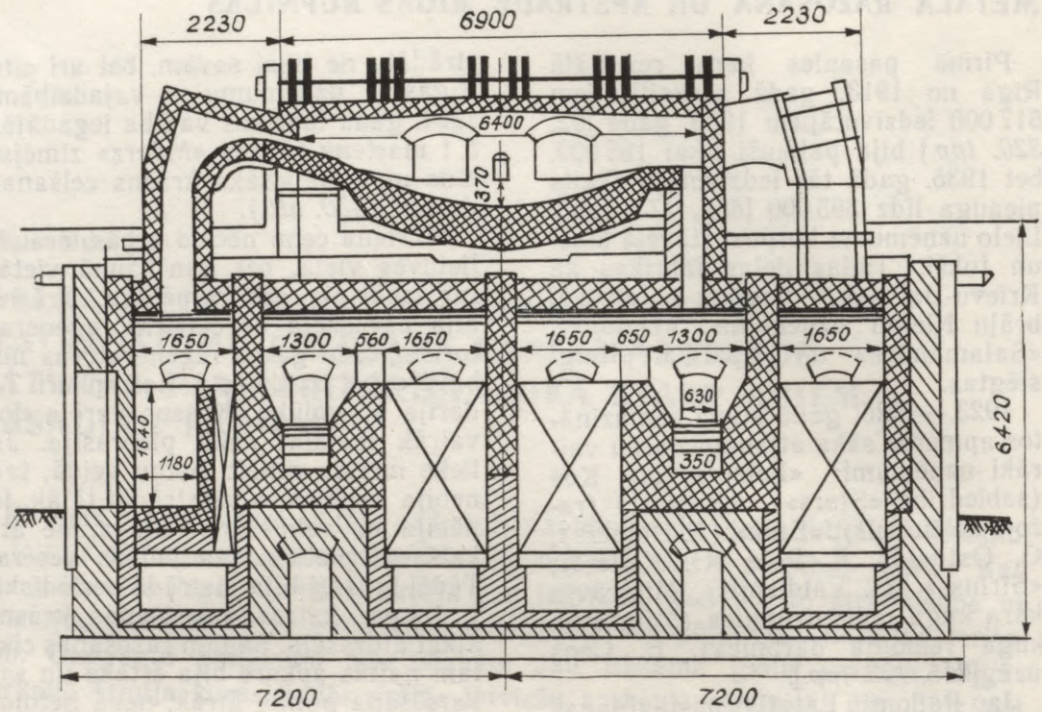
Ne tikai «Feniksā», bet arī pārējās Rīgas rūpnīcās vajadzēja tērauda fasonatlējumus. Vienīgā rūpnīca Latvijā, kas tolaik atlēja tērauda fasonatlējumus, bija Liepājā — bijusī «Bekera un Ko» fabrika. Sūtīt uz turieni modeļus un vest atpakaļ atlējumus prasītu pārāk daudz laika un lielus izdevumus. Tādēļ fabrikas vadība nolēma uzcelt tēraudlietuvi, kas strādātu ne tikai savām, bet arī citu Rīgas uzņēmumu vajadzībām. 1924. gadā fabrikas vadība iegādājās 5 t martena krāsns «Mäerz» zīmējumus un tūlīt iesāka krāsns celšanas darbus *(150. att.)*.

Martena cehu necēla vecās tēraudlietuves vietā, bet gan jaunā vietā; tur iekārtoja arī formētavu. Krāsns bija paredzēta ar četriem reģeneratoriem, taču gāzes reģeneratorus nebūvēja, bet izvēlējās naftas apkuri. To darīja ar nolūku. Krāsns varēja dot vairāk metāla, nekā pieprasīja. Ja lieko metālu atlietu lietņu veidā, tad nebija iespējas to pārstrādāt tālāk, jo nebija ne velmēšanas stāva, ne arī kalšanai pietiekamas jaudas vesera. Tādēļ krāsnij bija jāstrādā periodiski, t. i., pēc katras kausēšanas krāsni atkal atdzesēja. Šādam ražošanas ciklam naftas apkure bija ērtāka un sakarsēšana notika ātrāk, nekā lietojot ģeneratoru gāzi. Strādāja tikai gaisa reģeneratori. Krāsni un tai piederošo iekārtu uzbūvēja 1925. gada septembrī. Krāsns bija ar bāzisku pavardu un domāta lūžņu kausēšanai. Ražoja galvenokārt lejamo oglekļa tēraudu ar oglekļa saturu 0,3—0,4%.

Martena krāsns iekārtā ietilpa: dolomīta apdedzināšanas krāsns, ķieģeļu apdedzināšanas krāsns, tērauda atlējumu atkvēlināšanas krāsns, naftas apkures iekārta, svari, skrejdzirnas, kompresors, gaisa veseris paraugu kalšanai, sliežu pievadceļš.

Galvenie pasūtītāji bija Latvijas dzelzceļš (vagonu bukses, tilta balsti u. c.), sabiedrība «Konzums» (zobrati), sabiedrība «Metālists» (mašīnu detaļas, presu ekscentri u. c.), Rīgas Tramvaju pārvalde (krusteņi u. c.), K. Šmita cementa fabrika (plāksnes, vagonešu riteņi u. c.), sabiedrība «Razums un Eglītis» (tiltu paliktņi), Latvijas Sarkanā Krusta darbnīcas u. c.

Nedēļā vidēji veica divas kausēšanas, jo formētāji nespēja dot vairāk formu. Fabrikas iekšējām vajadzībām atlēja arī instrumentu tērauda liet-



150. att. Rūpnīcas «Fenikss» 5 t martena krāsns shēma.

ņus, kā arī lietņus lielākiem kalumiem. Krāsns būves materiālus (ugunsizturīgos ķieģeļus, hroma dzelzs rūdu u. c.), kā arī izejmateriālu kausēšanai (čugunu, ferosakausējumus u. c.) saņēma no Vācijas.

Ir saglabājies šihtas sastāvs par pirmajiem četriem kausējumiem 1925. gada septembrī:

pārstrādājamais martena čuguns	— 35,1	%
hematīta čuguns	— 10,3	%
spoguļa čuguns	— 5,0	%
dzelzs skaidas	— 2,6	%
I šķiras dzelzs lūžņi	— 44,2	%
feromangāns (76—80% Mn)	— 1,0	%
ferosilīcijs (50% Si)	— 0,7	%
ferosilīcijs (75% Si)	— 0,24	%
dzelzs rūda	— 0,81	%
alumīnijs	— 0,05	%
Kopā	100,0	%

Mazuta patēriņš, ieskaitot krāsns sakarsēšanai patērēto daudzumu, sastādīja 66% no kausējamā tērauda svara. Metāla bilance ir šāda:

derīgā tērauda ieguvums	— 66,5%
ielietņi un pielietņi	— 18,7%
lūžņi	— 6,8%
nodegums	— 8,0%
Kopā	100,0% [242]

Rūpnīcas darbība bija ierobežota. Fabrikas direktors F. Kete 1926. gadā rakstīja: «Metālrūpniecības stāvoklis nav apskaužams, izņemot mazākus uzņēmumus; lielajiem uzņēmumiem darbība jāsašaurina un daļa strādnieku jāatlaiž. Tā, piemēram, pagājušā gada novembra mēnesī «Fenikss» nodarbināja 700 strādnieku un ierēdņu, bet tagad tikai 350, un arī no tiem apmēram 150 strādnieku strādā tikai 3 dienas nedēļā. Iemesls — lielāku pasūtījumu trūkums» [167, *106. lpp.*].

Fabrikā darbs atdzīvojās, kad saņēma pasūtījumu izgatavot lielāku skaitu vagonu Krievijai 1929.—

1932. gadā. Strādnieku skaits 1931. gadā pieauga līdz 1279, bet pēc tam atkal samazinājās — 1933. gada pirmajā pusē bija tikai 140 strādnieku. Ap 1936. gadu no fabrikas jaudas izmantoja tikai 6%.

1936. gada 31. decembrī «Feniksa» īpašumu nodeva jaunajai akciju sabiedrībai «Vairogs». Pēc tam noslēdza līgumu ar Forda firmu par automobiļu «Fords» montēšanu. Divarpus gadu laikā pavisam izgatavoja ap 1300 automobiļu. Niecīgs bija arī izgatavoto vagonu skaits. 1913. gadā rūpnīca deva 4200 dažāda tipa vagonu, bet buržuāziskās Latvijas divdesmit gadu laikā tikai 1480 dažādu tipu vagonu, neskaitot sīkamatniecību produkciju.

Fabrikā līdz 1915. gadam bija 20 darbnīcas ar 3000 (3500) strādniekiem, 1940. gadā «Vairogu» nacionalizējot, bija tikai deviņas darbnīcas: čuguna un tērauda lietuve, kalēju darbnīca, mehāniskā darbnīca, vagonu montāžas darbnīca, automontāžas darbnīca, kokapstrādes darbnīca, pakavu darbnīca, naglu darbnīca un autoremonta darbnīca. Rūpnīcā strādāja 856 cilvēki, tanī skaitā 58 inženiertehniskie darbinieki un 134 kantora darbinieki. Rūpnīcā bija 421 darbagalds, no tiem 176 metālu apstrādei. Tēraudlietuvē bija tikai viens ar rokām darbināms 5 t ceļamkrāns.

Metālu naglu un pakavu gatavošanai fabrika saņēma no Liepājas, pārējo — no Vācijas. Čuguna lietuvē ražoja arī kaļamā čuguna detaļas. 1940. gada 9. oktobrī rūpnīcu atkal pārdēvēja par vagonu rūpnīcu. Jau 1940. gadā tā izlaida 145 zviedru tipa divasu platformas. 1941. gadā ieplānoja izgatavot 2500 vagonu, bet 1942. gadā — 6000 vagonu [167, *116., 126., 128., 129. lpp.*].

Lauksaimniecības rīku, ratu, asu, atsperu, atslēgu un mēru fabrikas un čuguna lietuves akciju sabiedrība «Metālists» nodibinājās 1920. gadā Pēterpils šosejā Nr. 66a, vēlāk tās adrese bija Vidzemes šosejā Nr. 94. Sākumā rūpnīcas platība bija 60 m², no tiem lietuve ar mazu vagranku, kurai iekšējais diametrs bija 500 mm, aizņēma 40 m².

1926. gadā uzbūvēja jaunu lietuves cehu ar divām vagrankām: viena bija ar $D_{iekš.}$ =700 mm (ražotspēja 3,2 t/st), otra — ar $D_{iekš.}$ =1000 mm (5 t/st). 1933. gadā mazo vagranku pārveidoja kaļamā čuguna ražošanai (1 t/st). Vagrankas kapitālo remontu veica pēc diviem mēnešiem, kad tajā bija izkausēts ap 400 t čuguna.

Metālapstrādāšanas sabiedrības fabrika «Stars» vispirms atradās Pēterpils šosejā Nr. 1/3. To nodibināja 1921. gadā. Fabrikā bija mehāniskā darbnīca, virpotava, atslēdznieku darbnīca, katlu kalēju darbnīca, galdnieku darbnīca, remonta darbnīca, kā arī čuguna un misiņa lietuve. 1923. gadā to pārcēla uz Suvorova ielu Nr. 136 (bij. «Felzera un Ko» fabrikas telpās). Kopš tā laika fabrika «Stars» sevi reklamēja par mašīnu fabriku, čuguna lietuvi un katlu kaltuvi.

Rūpnīca «Vezuvs» sākumā atradās Spitaļu ielā Nr. 5 ar nosaukumu «Rīgas metālrūpniecība «J. Bērziņš»» un atjaunoja savu pirmskara darbību, bet jau 1922. gadā tai radās jaunais nosaukums «Vezuvs». Tanī bija mehāniskā nodaļa, atslēdznieku nodaļa, smēde, čuguna un misiņa lietuve. Lietuve ražoja parastā pelēkā čuguna atlējumus, kaļamā čuguna sīkās detaļas, kā arī kanalizācijas piederumus.

1936. gadā fabriku pārcēla uz Brīvības gatvi Nr. 1 (bij. «Pirvica un Ko», kā arī fabrikas «Stars» telpās).

G. Valdispīla mašīnu fabrika, čuguna un metālu lietuve (bij. «Meijers un Ko») nodibinājās īsi pēc kara. 1922. gadā fabrika pastāvēja Kalnciema ielā Nr. 36/38 un čuguna, kā arī citu metālu lietuve Aleksandra ielā Nr. 167, bet 1924. gadā to pārvietoja uz Biķernieku ielu Nr. 40 (rūpnīcas «Siriuss» telpās). 1934. gadā rūpnīcas adrese bija Biķernieku ielā Nr. 18. Tanī ražoja galvenokārt dzirnavu iekārtas, kā arī tvaika un ūdens turbīnas. Lielākā turbīna bija izgatavota Aiviekstes spēkstacijai (500 ZS). Bez tam gatavoja dažādas dzelzs kon-

strukcijas, transmisijas, līdz 7 t smagus čuguna atlējumus, alumīnija, silumina, bronzas, misiņa u. c. atlējumus.

G. Ostvalda čuguna lietuve un mašīnu fabrika turpināja savu pirmskara ražošanas darbu vecajā vietā M. Nometņu ielā Nr. 35/37.

E. Cepa Latvijas mašīnu būvētava, metālu un čuguna lietuve atjaunoja savu darbu vecajā vietā Grāvju ielā, kur pirms kara bija Mašīnu fabrika un kuģu būvētava. Vēlāk Grāvju ielu pārdēvēja par Valguma ielu un fabrika atradās šīs ielas 38. namā. Fabrikā ražoja dažādas metālapstrādes mašīnas, čuguna un bronzas atlējumus, remontēja kuģus un mašīnas.

«Baltijas rūpnieks» (Mašīnu fabrikas un čuguna lietuves akciju sabiedrība) turpināja sabiedrības «Ressort» darbu Ganību dambī Nr. 21; ražošanu atsāka ap 1922. gadu. Jauno nosaukumu ieguva 1934. gadā.

Čuguna atlējumu un mašīnu fabrikas akciju sabiedrība «Vulkāns» pirmos gados pēc kara atradās Biķernieku ielā Nr. 1.

Garāku vai īsāku laika sprīdi pastāvēja arī citas čuguna lietuves [98].

J. Bartkeviča čuguna un metālu lietuve Aleksandra ielā Nr. 167; J. Eriksona čuguna un metālu lietuve Brīvības ielā Nr. 151; sabiedrības «Metalurgs» (agrāk «Čuguns» vai «A. Diners») čuguna lietuve un mehāniskā darbnīca Brīvības ielā Nr. 159; J. Freidberga čuguna lietuve Kostromas ielā Nr. 3; ārējās tirdzniecības akciju sabiedrības metālu lietuve Vagonu ielā Nr. 5 (ražoja kanalizācijas caurules, cietlējumu velmes, mašīnu daļas, atsvarus u. c.); A. Bukava, vēlāk viņa mantinieku, čuguna lietuve Vagonu ielā Nr. 18; V. Kukaiņa un F. Dunelta čuguna un metālu lietuve Katoļu ielā Nr. 1; sabiedrības «Stella» metālu un čuguna lietuve Krāsotāju ielā Nr. 8/10 (īpašnieki Pafrats un Langevics). Pirms tam Pafratam kopā ar Gutkinu bija čuguna lietuve Matīsa ielā Nr. 52; J. Zutes čuguna lietuve Čiekurkalna I līnijā Nr. 17a, V. Minuta čuguna un metālu lietuve Ģertrūdes ielā Nr. 28; Rīgas mašīnu un armatūru fabrika Čiekurkalna I līnijā Nr. 46; mašīnu fabrika un čuguna lietuve «Titanik» Kandavas ielā Nr. 43a; V. Frišfelda mašīnu fabrika un čuguna lietuve Rūjienas ielā Nr. 2; «VEF» Brīvības gatvē Nr. 19 (kalves vienā galā atradās lietuve ar vagranku); O. Kellera fabrika R. Poles fabrikas vietā Rūpniecības ielā Nr. 12; Mīlgrāvja mašīnu un kuģu būvētava; Rīgas Biržu komitejas kuģu un mašīnu būvētava Ziemas ostā Daugavgrīvā; «Baberga un Ko» naglu fabrika M. Nometņu ielā Nr. 6; «Šalte un Ko» mašīnu un kuģu būvētava Kuģu ielā Nr. 42/48; A. Štrauha un M. Krūmiņa mašīnu un kuģu būves rūpnīca Zaķu salā, Jumpravas ielā Nr. 1/3.

METĀLA RAŽOŠANA UN APSTRĀDE LIEPĀJAS RŪPNĪCĀS

Tā kā Liepājas rūpnīcu iekārta netika evakuēta, tad tās pēc kara varēja vieglāk atjaunot savu darbību.

Liepājas drāšu fabrikā (bij. «Bekers un Ko») darbu vecie akcionāri atjaunoja zem nosaukuma «Ziemeļuvakaru metalurģiskās, mehāniskās un kuģu būves fabrikas akciju sabiedrība». 1923. gadā fabrika paplašināja lietuvi, uzbūvējot tanī vagranku, kā arī 5 t Sīmensa krāsni.

1925. gadā fabrika patērētājiem piedāvāja dažāda izmēra apaļdzelzi, kvadrātdzelzi, pusapaļu dzelzi, plakandzelzi, riepdzelzi, stīpu dzelzi, riteņdzelzi, ārddzelzi, stūrdzelzi, U veida dzelzi, gumijas riteņu dzelzi, ovālo dzelzi, gludo un rievaino atsperu tēraudu, dažādas formas atsperu tēraudu, lemešu tēraudu, kamanu slieču tēraudu, sirpju, nažu un izkapšu tēraudu, sliedes šaursliežu pievedceļiem un tilta ceļamkrāniem. Bez tam fabrika ražoja dažādas šķirnes tēraudu: ratu tapām, asīm, veseriem, laktu pārvilkšanai, kapļiem, lūk-

šām, vīlēm, nažiem, dunčiem [192]. Tā ražoja arī dažāda izmēra stieples, naglas, ķēdes, lāpstas, dakšas, kalēju laktas, baznīcu zvanus, visādus čuguna un tērauda atlējumus. Lietuve varēja dot līdz 20 t smagus tērauda atlējumus, līdz 5 t smagus pelēkā čuguna atlējumus un līdz 0,5 t smagus vara sakausējumu atlējumus [192, *IV lpp.*].

1933. gadā fabrika pārgāja valsts īpašumā ar nosaukumu «Liepājas drāšu fabrika» [88c, *296. lpp.*]. 1938. gadā fabrikā strādāja divas martena krāsnis (ietilpība 25 un 30 t), 5 t Sīmensa krāsns tērauda ražošanai, kā arī vagranka ar ražotspēju 2 t/st [102]. Fabrika gadā deva apmēram 33 000 t dzelzs un tērauda lietņu, 350 t tērauda fasonveida atlējumu un 500 t pelēkā čuguna atlējumu. Lietuvē atradās arī vara sakausējumu un babīta kausēšanas krāsnis.

1920. gadā fabrikā strādāja apmēram 500 strādnieku. 1924.—1929. gadā strādnieku skaits pieauga, taču sasniedza tikai ap 50% no 1913. gada līmeņa.

Uz 1938. gada 21. oktobri fabrikā bija šāds strādnieku skaits atsevišķās nodaļās:

martena nodaļa	— 233
velmētava	— 330
stiepļu stieptuve	— 93
naglu nodaļa	— 41
ķēžu nodaļa	— 31
dakšu nodaļa	— 56
vīļu nodaļa	— 77
elektriskā nodaļa	— 77
mehāniskā nodaļa	— 78
būvdarbu nodaļa	— 82
transporta nodaļa	— 61
apsardzības nodaļa	— 31
Kopā	1190

Strādnieku vidējā izpeļņa mēnesī bija 128,75 lati (no 90,76 līdz 159,75 latiem), taču bija jāstrādā daudzas virsstundas [103].

Uz katru rūpnīcas ierēdni vidēji bija 15,36 strādnieki. Operatīvā daļā strādāja 48 ierēdņi ar vidējo algu 233,91 lats mēnesī, administratīvajā daļā — 25 ierēdņi ar vidējo algu 319,08 lati [103].

1937.—1938. budžeta gadā velmētava saņēma 33 469,5 t dzelzs un tērauda lietņu. No šī daudzuma ražots:

šķirņu dzelzs un tērauds	— 15 449,1 t
tērauda sliedes	— 756,0 t
dzelzs un tērauda stieples	— 12 164,5 t
Kopā	28 369,6 t (84,7%)

Velmēšanā radās šādi zudumi: priekšvelmes — 115,0 t (0,34%), atkritumi — 3497,4 t — (10,45%) un nodegums — 1487,5 t (4,45%). Jāatzīmē, ka zudumi bija samērā lieli (15,3%).

Drāšu fabrikas ražojumiem bija liela nozīme valsts saimnieciskajā dzīvē. Tā 1937.—1938. budžeta gadā šķirņu dzelzs un tērauda patēriņš bija šāds:

importētais metāls	— 23 508,9 t	— 47,9%
drāšu fabrikas metāls	— 25 534,5 t	— 52,1%
Kopā	49 063,4 t	— 100,0%

1937.—1938. gadā fabrika ražoja pārdošanai:

šķirņu dzelzi un tēraudu (arī dzelzceļa sliedes)	— 18 018,3 t	par 5 081 034 ls
dažādas stieples	— 7516,2 t	par 2 812 860 ls
naglas, kniedes, ķēdes	— 2674,0 t	par 1 104 061 ls
lauksaimniecības rīkus	—	par 275 492 ls
dažādus izstrādājumus	—	par 481 680 ls
Kopā		par 9 755 127 ls

Fabrikas izejmateriālu un palīgmateriālu sadalījums bija šāds:

izejmateriāli (dzelzs, tērauds un čuguna lūžņi)

vietējie	— 30 035,6 t (85,6%)	par 1 676 895,06 ls	(68,3%)
ārzemju	— 4 933,0 t (14,4%)	par 755 890,80 ls	(31,7%)
Kopā	34,968,6 t (100,0%)	par 2 432 785,86 ls	(100,0%),

palīgmateriāli

vietējie	— par 438 160,30 ls	(16,5%)
ārzemju	— par 2 223 261,15 ls	(83,5%)
Kopā	par 2 661 421,45 ls	(100,0%)

Ja saskaita vērtības, redzams, ka vietējie materiāli maksāja 2 115 055,36 latus (jeb 41,5%), bet ārzemju materiāli 2 979 151,95 latus (58,5%). Tātad vairāk nekā puse naudas bija jāmaksā par ārzemju materiāliem.

No ārzemju materiāliem togad par akmeņoglēm samaksāja 862 496,53 latus (22 332,8 t), par koksu 101 766,22 latus (1734,1 t).

Vietējo izejmateriālu un palīgmateriālu sadalījums ir šāds:

dzelzs, tērauda un čuguna lūžņi	— 30 035,6 t	par	1 676 895,06 ls
kaļķakmens	— 1800,8 t	par	22 127,10 ls
dolomīts	— 3000,0 t	par	30 093 82 ls
kokmateriāli	— 32,7 t	par	56 211,18 ls
malka	— 4007,0 st	par	29 574,23 ls
māls	— 968 m^3	par	17 260,96 ls
dažādi materiāli		par	282 893,01 ls
	Kopā par		2 115 053,36 ls

Padomju varas atjaunošana Latvijā 1940. gadā pavēra fabrikai plašas perspektīvas. Ieplānoja fabrikas rekonstrukciju; to nosauca par «Sarkano metalurgu», taču nodevīgais vācu okupantu iebrukums 1941. gada jūnija beigās šo darbu pārtrauca.

Liepājas kara ostas darbnīca — vēlāk Tosmares kuģu remonta darbnīca pirms pirmā pasaules kara strādāja tikai kara flotei, bet pēc kara darbu atjaunoja un apkalpoja arī civilo sektoru. Tosmarē bez dažādiem kuģu un citu peldošu līdzekļu remontiem, vagonu, tilta krānu un tvaika katlu būves, lauksaimniecības mašīnu, kūdras rokamo mašīnu un tamlīdzīgu mašīnu izgatavošanas izpildīja arī pasūtījumus — atlēja pelēkā un kaļamā čuguna detaļas, izgatavoja dažādas kniedes, skrūves, bultas, pakavu radzes u. c. [102; 105].

Tosmarē bija divas vagrankas, neliela divfāzu elektroloka krāsns un viena krāsns krāsaino metālu kausēšanai. Darbnīcā veica arī lidmašīnu būvi un remontu. Bez tam fabrikā uzbūvēja arī 55 vagonus. 1938. gadā tanī strādāja 1061 strādnieks [245, *125. lpp.*].

Liepājas dzelzceļa remonta darbnīca bija paredzēta dzelzceļa ritošā sastāva remontam un pastāvēja kopš Romnas—Liepājas dzelzceļa atklāšanas. 1938. gadā darbnīcā strādāja 761 cilvēks [245, *125. lpp.*]. Bez tekošā remonta tanī izgatavoja šaursliežu lokomotīves, nedaudzas tanklokomotīves, vagonus un 113 preču vagonus [223, *58., 59. lpp.*].

Lietuvē bija krāsnis vara sakausējumu un babīta kausēšanai. Nelielu čuguna atlējumu liešanai lietoja tīģeļkrāsni, bet lielākus čuguna atlējumus saņēma no Daugavpils dzelzceļa remonta darbnīcas.

Bez tam Liepājā 1935. gadā darbojās [157, *136. lpp.*]: brāļu Jankelsonu čuguna lietuve Esperanto ielā (gatavoja galvenokārt zirgu ratus); K. Gertnera čuguna lietuve un mehāniskā darbnīca Brīvības ielā Nr. 29 (čugunu kausēja tīģeļkrāsnī); lauksaimniecības mašīnu fabrika «Pluto» Lazareva ielā Nr. 42; apmēram 10 gadus pēc kara nelielos apmēros strādāja arī V. Matisona uzņēmums Jaunā Ostmalas ielā Nr. 1 [100].

METĀLA RAŽOŠANA UN APSTRĀDE NELIELĀS PILSĒTĀS

Nelielos apmēros čuguna liešanu izdarīja arī Priekulē, Ventspilī, Jēkabpilī un Daugavpilī.

Priekulē jau pirms pirmā pasaules kara tika nodibināta V. Matisona mašīnu fabrika un čuguna lietuve. Uzņēmums atradās Liepājas ielā Nr. 2 [157, *138. lpp.*; 98].

Ventspilī čugunu lēja tikai šī perioda pēdējos gados. Čuguna lietuve atradās Kuldīgas ielā Nr. 65. Tā piederēja R. Galītim, kas nodarbināja divus cilvēkus [156].

Jēkabpilī čuguna lietuve un mašīnu darbnīca pastāvēja Krastu ielā Nr. 6. 1935. gadā lietuvē tika nodarbināti 11 cilvēki [98; 156].

Daugavpilī vispirms jāatzīmē L. Kroiņa čuguna lietuve. Tā atradās Jelgavas ielā Nr. 1 [98; 156; 182]. Līdzīga lietuve darbojās arī Daugavpils dzelzceļa remonta darbnīcā. Darbnīcā uzbūvēja sešas Tk sērijas un divas Cp sērijas tanklokomotīves, kā arī 54 pasažieru vagonus [245, *125. lpp.*; 223, *58. lpp.*].

VISPĀRĒJS APSKATS PAR RAŽOŠANU UN APSTRĀDI

Latvijas statistikas gada grāmatās par 1935. un 1939. gadu redzams, ka lietuvēs šajos gados attiecīgi strādāja 361 un 351 cilvēks, bet kopējais lietuvju skaits bija 21 un 24 (šeit uzskaitītas čuguna lietuves kopā ar krāsaino metālu lietuvēm) [96; 97]. Pirms pirmā pasaules kara rūpnīcas «Fenikss» tēraudlietuvē vien bija apmēram 400 strādnieku [208, *55. lpp.*].

Dzelzs un tērauda apstrādāšanas sīkos apmērus labi raksturo lielais smēžu jeb kalvju skaits. 1935. gadā Latvijā bija 4056 smēdes ar 5116 nodarbinātajiem; no tām pilsētās 504 smēdes ar 863 nodarbinātajiem, bet pagastos 3552 smēdes ar 4253 nodarbinātajiem. No kopskaita Rīgā bija 86 smēdes ar 192 nodarbinātajiem, Rīgas apriņķī 307 smēdes ar 380 nodarbinātajiem, Jēkabpilī 13 smēdes ar 21 nodarbināto, Viesītē 7 smēdes ar 10 nodarbinātajiem [156].

Pēc fašistiskā režīma gāšanas Latvijā un sociālistiskās revolūcijas, kad pasludināja atkal padomju varu un 1940. gadā PSRS Augstākā Padome uzņēma Latviju padomju republiku saimē, sākās sociālisma celtniecība. Padomju vara nacionalizēja lielos uzņēmumus, bankas un realizēja agrāro reformu. Nacionalizēja ap 800 rūpniecības uzņēmumu. Bez tam sociālistiskajā sektorā pārgāja 150 rūpniecības uzņēmumi, kas piederēja valstij. 1941. gadā privātsektoram piederēja vairs tikai 5—7% rūpnieciskās ražošanas apjoma. No padomju brālīgajām republikām ieveda izejvielas, kurināmo un citus materiālus rūpniecībai.

Atsāka ražošanu ilgu laiku dīkā stāvējušas fabrikas un rūpnīcu iekārtas. Ieplānoja rekonstruēt «Sarkano metalurgu», Rīgas kuģu būvētavu, Valsts elektrotehnisko fabriku, Rīgas vagonu fabriku un daudzus citus uzņēmumus. Pilnveidoja tehnoloģiskos procesus, uzlaboja darba apstākļus, strādnieku sadzīves apstākļus u. tml. Sīkos uzņēmumus apvienoja arteļos un kooperatīvos. 1940. gada beigās sāka izstrādāt Latvijas PSR Tautas saimniecības sociālistiskās celtniecības plānu 1941. gadam. Saskaņā ar šo plānu Latvijai četros piecos gados vajadzēja no agrāras zemes pārvērsties par industriāli attīstītu padomju republiku [77, *205.—214. lpp.*].

Latvijas pārvēršanu par industriāli attīstītu padomju republiku pārtrauca fašistiskās Vācijas nodevīgais iebrukums Padomju Savienībā. Uz laiku okupējot Latvijas republiku, vācu okupanti ne tikai iznīcināja iedzīvotājus, bet arī pilnīgi izpostīja republikas saimniecību. Visus lielos uzņēmumus izsludināja par Vācijas īpašumu un nodeva tos vācu monopolu rīcībā. Tikai sīkos uzņēmumus atdeva to agrākajiem īpašniekiem, kas aktīvi sadarbojās ar hitleriešiem. Izejvielas rūpniecībai un gatavās produkcijas krājumus noliktavās konfiscēja. Daudzu rūpniecības uzņēmumu iekārtu un produkciju izveda uz Vāciju, bet atkāpjoties, rūpnīcas izpostīja un sagrāva [*77, 215.—219. lpp.*].

V nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU RAŽOŠANA KARSTĀ APSTRĀDĒ LATVIJAS PSR TERITORIJĀ NO 1944. GADA LĪDZ 1958. GADAM

Padomju Armijas sekmīgie uzbrukumi vācu okupantiem 1944. gada vasarā noveda pie pakāpeniskas Latvijas PSR teritorijas atbrīvošanas. Jau augustā atbrīvoja austrumu daļu — Latgali, 13. oktobrī — Rīgu, bet 1945. gada 9. maijā vācu karaspēks kapitulēja arī Kurzemē.

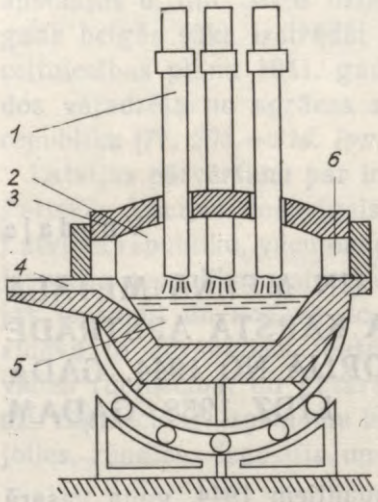
Latvijas PSR tautas saimniecība bija galīgi izpostīta. Sagrauti rūpnīcu korpusi, iznīcinātas vai uz Vāciju aizvestas ražošanas iekārtas, sagrautas spēkstacijas utt. Atjaunošanas darbi rūpniecībā sākās ļoti grūtos apstākļos, jo trūka ražošanas iekārtu, izejvielu, kurināmā, kvalificēta darbaspēka un inženiertehnisko darbinieku. Bija samazinājies arī iedzīvotāju skaits. Tikai apmēram 10% rūpniecības uzņēmumu varēja atsākt darbu.

Atbrīvotajā Latvijā no brālīgajām padomju republikām ieveda daudz mašīnu, rūpnīcu iekārtu, kurināmā, izejvielu u. c.; tas deva iespēju ātri atjaunot darbu vairākās rūpnīcās. Tautas saimniecības atjaunošanas un tālākas attīstības piecgades plāns 1946.—1950. gadam paredzēja Latvijas saimniecības atjaunošanu un industrializāciju. Sevišķi strauji attīstījās metālapstrādes un mašīnbūves rūpniecība, kas deva daudzu jaunu veidu produkciju, piemēram, ražoja elektrificēto dzelzceļu un tramvaju vagonus, lielas jaudas elektrodzinējus un ģeneratorus, hidroturbīnas, kompresorus u. c. Turpmākajās piecgadēs rūpniecības attīstība guva jaunus sasniegumus. Tika uzcelti jauni uzņēmumi, rekonstruēti un paplašināti vecie, automatizēti darba procesi. Rūpnieciskā ražošana 1958. gadā 8,7 reizes pārsniedza 1940. gada apjomu [77, *231.—251. lpp.*].

RĪGAS RŪPNĪCAS

Pēc Rīgas atbrīvošanas no vācu okupantiem Rīgas vagonu rūpnīcā čuguna lietuve atsāka darbu 24. novembrī. Kalēju un prešu cehs — 8. decembrī, pirms plānā paredzētā laika atsāka darbu arī tēraudlietuves cehs. Fabrikā 1946. gadā apguva komfortablā tramvaja MTV-82 ražošanu,

1947. gadā — elektrovilcienu vagonu sērijveida ražošanu u. c. [167, *140. lpp.*]. Tēraudlietuvē tēraudu kausējа 5 tonnu bāziskā martena krāsnī; tai 60. gados pievienojās viena skāba 4—5 t elektroloka krāsns *(151, 152. att.)*, drīz vien arī otra (1962. g. martena krāsns izbeidza savu darbu). 1949.—1952. gadā vagonu rūpnīca pirmā Padomju Savienībā sāka atliet tērauda riteņus. Ar savām dinamiskajām īpašībām šie riteņi neatpalika no velmētajiem tērauda riteņiem. Tērauda sastāvs bija šāds: 0,4—0,7% C; 0,9—1,2% Mn; 0,17—0,37% Si; S un P katrs mazāk par 0,05%. Pēc atliešanas riteņus homogenizēja, normalizēja un atlaidināja [208, *61.—62. lpp.*]. Čuguna kausēšanai lietoja vagranku ar ražotspēju 2 t/st, bāzisku elektroloka krāsni ar ietilpību 0,5 t.



151. att. Elektroloka krāsns shēma: *1* — elektrodi, *2* — darba telpa, *3* — velve, *4* — izteces rene, *5* — metāla vanna, *6* — iekraušanas logs.

Pamazām rūpnīcā samazināja čuguna atlējumu ražošanu un lietuves kolektīvs sāka specializēties tērauda fasonveida atlējumu ražošanā (elektrovilcienu vagoniem). Lietuvē apguva liešanu apvalku jeb masku formās un formās, kas izgatavotas no ātri žūstošiem formēšanas materiālu maisījumiem; ieviesa tērauda liešanā izkausējamo modeļu formas, kā arī serdeņu gatavošanu no ātri žūstošiem maisījumiem un to ķīmisku žāvēšanu. Formēšanā ar mašīnām pielietoja koordinātu plates. Vagonu riteņu centrus atlēja no tērauda markas 25Л puskokiles formā. Tērauda liešanas temperatūra 1460—1480°C, pirms tam izturot liešanas kausā 5—8 min. No formas atlējumu izsita ne ātrāk kā pēc četrām stundām no ieliešanas brīža [210, *122. lpp.*].

«Sarkanais metālists» (tag. «Progress») — Ļeņina ielā Nr. 301. Fabrikas lietuves cehs specializējās radiatoru, centrālapkures katlu, individuālās celtniecības māju plīts plākšņu un riņķu atlējumiem. Rūpnīcai pievienoja čuguna lietuvi «Vezuvs», kas 1949. gadā bija nosaukta par «Ekonomaizeru». Lietuvēs bija trīs vagrankas ar kausētspēju 3 t/st un viena ar kausētspēju 1 t/st.

Bijušā «Ekonomaizera» lietuvē čugunu parasti kausēja trīs stundas dienā un mēneša plāns bija 135 t. Pēc abu rūpnīcu apvienošanas lielie atlējumi tika formēti un atlieti «Ekonomaizera» lietuvē, bet mazākie — «Sarkanajā metālistā» *(154. att.)*.

Remonta un mehāniskā rūpnīca «Baltijas rūpnieks» atradās Ganību dambī Nr. 21b. Lietuves ceha galvenais uzdevums bija ražot sīkās kaļamā čuguna detaļas, piemēram, cauruļu savienojumu uzmavas un nozares (fitingus). Pēc lietuves ceha rekonstrukcijas tās galvenais uzdevums bija ražot sanitāri tehniskās lietās detaļas. Lietuvē bija viena vagranka ar kausētspēju 3 t/st.

Rūpnīca ar panākumiem apguva arī precīzo liešanu, lietojot izkausējamos modeļus, atlejot, piemēram, ieliekamajām atslēgām «riekstu» vismaz 10 000—12 000 gabalu mēnesī [231, *114. lpp.*].

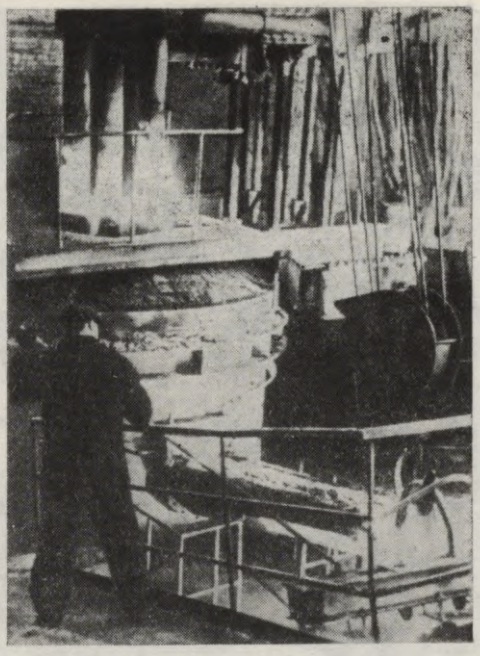
Rīgas lauksaimniecības mašīnu rūpnīca Daugavgrīvas ielā Nr. 23a tika izveidota 1957. gadā, apvienojot Rīgas un Baltijas lauksaimniecības mašīnu rūpnīcas. Lietuves formēšanas laukums bija izprojektēts 275 m², kopē-

jais ražošanas laukums — 855 m^2 un kausēšanas jauda gadā — 650 t. 1956. gadā projektētā jauda tika pārsniegta trīskārt, sasniedzot 2000 tonnu gadā un iegūstot no katra formēšanas laukuma 1 m^2 7,3 t atlējumu. Šie rādītāji tika iegūti, uzlabojot liešanas tehnoloģisko procesu: ieviešot liešanu kokilēs, izgatavojot kokiles bez mehāniskās apstrādes, izgatavojot serdeņus ar smilšu pūtējiem, mehanizējot formzemes sagatavošanu, izlietojot kausēšanā čuguna skaidas (ar gliemežskrūvi ievadīja skaidas vagrankā tieši zonā, kur ir lielāka temperatūra) u. tml. 1955. gadā apguva čuguna liešanu kokilē, lietojot metāla serdeni. Centrbēdzes liešanas iecirknī uz 1 m^2 ražošanas laukuma ieguva 17,2 t atlējuma gadā. Čuguna lietuvē strādāja divas vagrankas ar kausētspēju 2 t/st. Vienai vagrankai pārkārtoja gaisa pūsmas sadali; tas deva iespēju paaugstināt čuguna temperatūru līdz 1400°C bez jebkādas papildiekārtas un koksa daudzuma palielināšanas.

Šīs rūpnīcas galvenais uzdevums bija ražot kūdras, avotkaļķu un kūtsmēslu sajaucējus—iekrāvējus, šķidro mēslojumu izkliedētājus, kartupeļu racējus, hidrauliskos iekrāvējus u. c.

Rīgas elektromašīnu rūpnīcu nodibināja 1946. gadā bijušās gumijas fabrikas «Provodņik» telpās. Tās uzdevums bija ražot elektroiekārtas piepilsētas elektrovilcieniem, elektroiekārtas iekrāvējiem, magnētiskos palaidējus, veļas mazgājamās mašīnas u. c. Blakus čuguna lietuvei, kur atradās vagranka ar priekšpavardu un kausētspēju 2 t/st, uzcēla jaunu, modernu tēraudliešanas cehu ar plašu zemes sagatavošanas iekārtu. 1953. gadā sāka strādāt pirmā 3 t elektroloka skābā krāsns tērauda kausēšanai no cietas šihtas (vēlāk to pārkārtoja uz 4,5 t), bet pēc tam uzstādīja vēl otru tādu krāsni. Iegūtos tērauda atlējumus pēc notīrīšanas uzstādīja uz konveijera un izlaida caur normalizācijas krāsni.

Rīgas dīzeļu rūpnīcu (atrodas pretī Rīgas elektromašīnu rūpnīcai Ganību dambī pie Sarkandaugavas tilta) uzsāka celt 1949. gadā, un 1951. gadā tā deva jau pirmos četrcilindru dīzeļus. Drīz vien tā sāka ražot arī divcilindru un viencilindra dīzeļus. Čuguna lietuvē uzbūvēja vagranku ar kausētspēju 2 t/st. Pēc kāda laika lietuvi rekonstruēja — specializēja uz liešanu apvalku jeb masku formās.

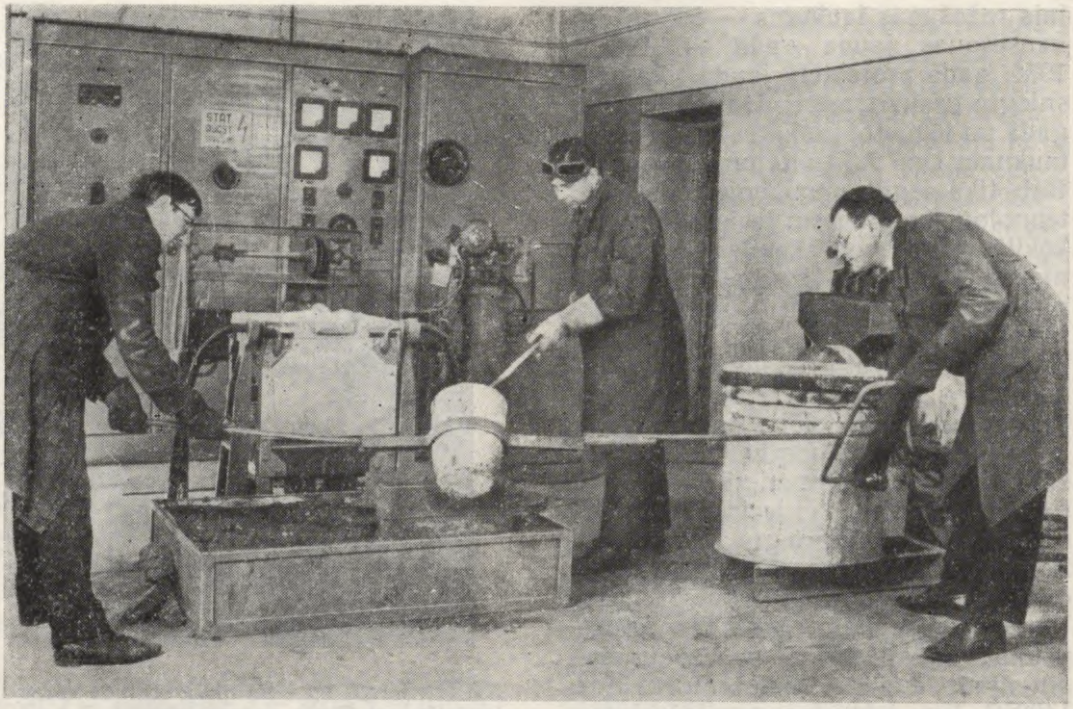


152. att. Pirmā 3 t elektroloka tērauda kausēšanas krāsns Rīgas vagonu rūpnīcā.

Rīgas turbomehāniskā rūpnīca (tag. Rīgas ķīmiskās mašīnbūves rūpnīca) atrodas Biķernieku ielā G. Valdispīla rūpnīcas vietā. Pēc Rīgas atbrīvošanas sākumā tā ražoja rezerves daļas hidroelektrostacijām, pēc tam kompresora K-75 daļas, bet pēc rekonstrukcijas 1955./56. gadā līdztekus turbīnu un kompresoru iekārtām sāka ražot dažāda veida sūkņus ķīmiskajai rūpniecībai, ugunsdzēšanai u. c.

Šajā rūpnīcā bija viena no lielākajām čuguna lietuvēm Rīgā. Tanī atradās divas vagrankas: viena kausēja 2,5, otra 3 t/st.

50. gadu sākumā vagrankā bija, piemēram, šāds metāliskais iekārvums:



153. att. Augstfrekvences kausējumu krāsns Rīgas Politehniskā institūta Metālu tehnoloģijas katedras lietuves laboratorijā. Tīģeļa ietilpība 50 kg.

rūpnīcas lietuves čuguna atlējumu atkritumi	— 25%
pirkti čuguna lūžņi	— 25%
tērauda lūžņi	— 20%
lietuves čuguns ЛК — 1 Б klases	— 10%
lietuves čuguns ЛК — 2 Б klases	— 15%
ferosilīcijs	— 5%

Lietuves koksu patērēja ap 15% no metāliskā iekrāvuma svara, kaļķakmeni — 5,2%. Metāliskā iekrāvuma nodegums sasniedza 5%. Tolaik lietuve deva vismaz 3000 t čuguna atlējumu un 160 kg bronzas atlējumu gadā.

Rīgas kuģu un remontu rūpnīcu (bij. A. Langes un dēla rūpnīcas korpusu vietā) vācu okupanti bija galīgi nopostījuši. Sākot atjaunošanu, rūpnīcu nosauca par Rīgas kuģu būves rūpnīcu, bet kopš 1957. gada tā tika nosaukta par kuģu būves un remonta rūpnīcu. Tās uzdevums bija remontēt zvejas flotes kuģus, ražot zvejniecības inventāru, zivju pārstrādes uzņēmumiem nepieciešamās mehanizācijas līdzekļus un rezerves daļas. Rūpnīcas lietuve bija pirmā Rīgā, kur ražoja augstas stiprības čugunu, modificējot to ar magniju (ieguva čugunā lodveida grafītu). Lietuvē bija vagranka ar 2 t/st kausētspēju.

Rīgas kuģu remonta rūpnīca atrodas Vecmīlgrāvī. Pēc kara nācās rūpnīcu uzcelt faktiski no jauna, jo lieli bija vācu okupantu atstātie postījumi. Uzcēla arī jaunu lietuvi. Šajā lietuvē pirmo reizi Latvijā vagrankā ievadāmo gaisu bagātināja ar skābekli.

Bez jau minētajām lietuvēm eksistēja arī lietuves citās rūpnīcās (ap 1958. g.):

Valsts elektrotehniskajā fabrikā; Vieglās rūpniecības ministrijas lietuvē un mehāniskajā rūpnīcā; PSRS Satiksmes ministrijas Remonta un mehāniskajā rūpnīcā Kalnciema ielā Nr. 96 un lietuves cehā M. Nometņu ielā Nr. 45; LPSR Dzīvokļu un civilās

celtniecības ministrijas Remonta un mehāniskās rūpnīcas cehā M. Lubānas ielā Nr. 4; Pārtikas rūpniecības ministrijas Remonta un mehāniskajā rūpnīcā Vienības gatvē Nr. 20; Latvijas PSR Tekstilrūpniecības ministrijas lietuvē un mehāniskajā rūpnīcā; Nestandarta iekārtu eksperimentālajā rūpnīcā «Stars» Kr. Barona ielā Nr. 136; Slokas celulozes kombināta čuguna lietuvē «Sloka» un vairākās citās.

Jāatzīmē, ka vairākās rūpnīcās (VEF, A. Popova Rīgas radiorūpnīcā, Autoelektroaparātu u. c.) strādāja nelielas augstfrekvences kausēšanas krāsnis ar tīģeļu ietilpību no 30 līdz 160 kg *(153. att.)*.

154. att. Čuguna ieliešana formā rūpnīcas «Sarkanais metālists» lietuvē [90, Nr. 11398].

LIEPĀJAS RŪPNĪCAS

Rūpnīca «Sarkanais metalurgs» Lielā Tēvijas kara beigās tika stipri izpostīta; daudzas labākās mašīnas aizveda uz Vāciju. Pēc kara rūpnīca drīz vien tika atjaunota. Martena krāsns pirmo kausējumu deva 1945. gada 14. septembrī. Tika rekonstruēts un paplašināts skārdu velmēšanas cehs, nodots ekspluatācijā jauns mehanizēts šķirņu velmējumu velmēšanas stāvs «350», uzstādīta jauna Vācijas Demokrātiskajā Republikā gatavota stiepļu vilkšanas iekārta. Bez tam izstrādāja plašu fabrikas rekonstrukcijas projektu, kas paredzēja jaunu velmētavu, jaunu martena cehu ar trim martena krāsnīm (ietilpība līdz 160 t), nepārtrauktās tērauda liešanas iekārtu, lietuvē uzstādīt tērauda kausēšanas elektroloka krāsni u. c. (visu to arī realizēja 1965.—1970. gadā).

Ap 1958. gadu martena cehā strādāja divas «Mäerz» tipa sistēmas krāsnis *(156. att.)*. To ietilpība 30 un 35 t. Katrai krāsnij bija divi gāzes ģeneratori (Hilgera sistēma), kur iebēra Silēzijas akmeņogles (pirms tam lietoja arī Doņecas baseina akmeņogles). Krāšņu reģeneratoru sienas izgatavoja no dinasa ķieģeļiem, bet krāvumu iekšpusē — no šamota ķieģeļiem. Katrai krāsnij bija trīs iekraušanas durvis. Pavarda klonu izgatavoja no dolomīta un hrommagnezīta maisījuma. Dinasa ķieģeļu velve izturēja 580 kausēšanas, bet hrommagnezīta — 700 kausēšanas.

Martena cehs spēja dot tikai divas trešdaļas no velmētavām vajadzīgā tērauda. Pārējo tērauda daudzumu ieveda no citām republikām.

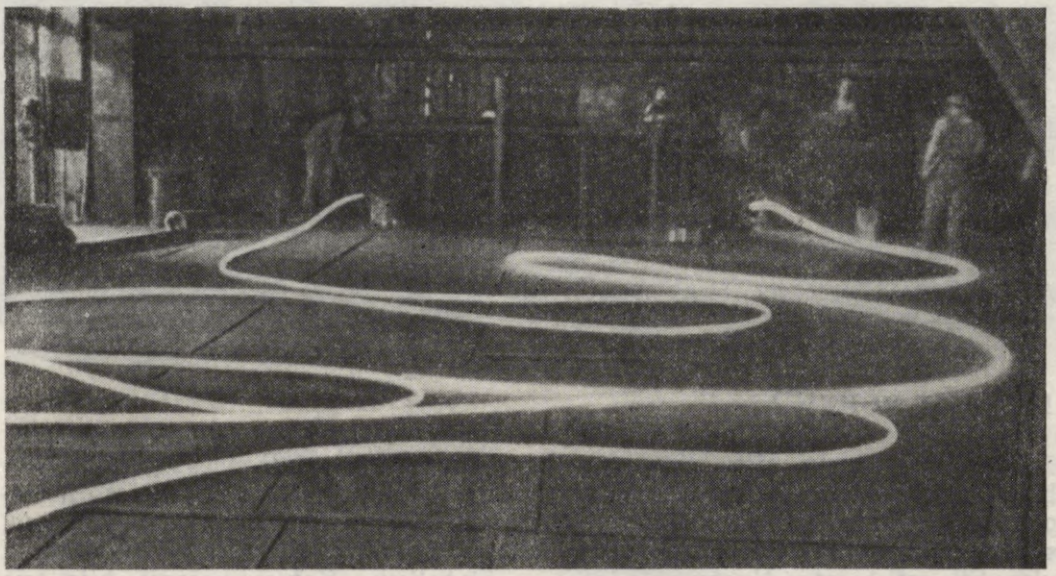
Martena krāsnīs lietoja cietu kravu. Apskatīsim vienas 30 t martena krāsns kausējuma bilanci uz 1956. gada 1. martu (Ст. 3 lietņi atlieti ar sifona paņēmienu).

Krāsns pildījums bija šāds:

pārstrādājamais martena čuguns	—	11 500 kg
I klases lūžņi (sagrieztas dzelzceļa sliedes)	—	3000 kg

II klases lūžņi (konstrukciju metāls)	—	4000 kg
III klases lūžņi	—	3400 kg
pakās presēti lūžņi (stieples, sīki skārdu gabali u. c.)	—	6800 kg
metālu skaidas	—	3500 kg
Kopā		32 200 kg

0,041% P; stiepes izturības robeža bija 43,0 kg/mm² un relatīvais pagarinājums 26%. No martena krāsns kausā ielieto metālu *(157., 158. att.)* izturēja trīs minūtes. Kausa apakšdaļā izteces cauruma diametrs bija ap 35 mm. Izliešana ilga 22 minūtes, liešanas temperatūra 1470—1490° C. Lietņus atlēja ar sifona paņēmienu



155. att. Stieples velmēšana rūpnīcā «Sarkanais metalurgs».

Bez tam krāsns pavardā bāzisku sārņu izveidošanai iebēra 750 kg kaļķu, piemaisījumu oksidēšanai — 400 kg dzelzs rūdas, kā arī vannā un kausā dezoksidēšanai vēl 20 kg feromangāna un 2 kg alumīnija. Dažreiz kā piedevu lietoja arī mangāna rūdu.

Kopējais kausēšanas perioda ilgums bija 5 stundas un 25 minūtes: krāsns remonta laiks (20 min), krāsns pildīšana (1 st 10 min), kausēšana (2 st 5 min), vārīšanās (1 st 50 min). Visam procesam patērēja 8990 kg akmeņogļu (ģeneratoru gāzes ražošanai). Reģeneratoru kameru temperatūra sasniedza 960—1200°C. Kausēšanas beigās ieguva tēraudu ar 0,21% C, 1,47% Mn, 0,051% S un kokilēs, kas bija novietotas uz piecām platēm (uz vienas plates var novietot 60 kokiles); kopskaitā ieguva 54, 53, 52, 52, 13 (pavisam — 224) 6 collu verdošā tērauda lietņus *(159. att.)*. To kopsvars 28 310 kg (derīgā metāla daudzums 87,8%), nodegums 2912 kg (9,1%), tehnoloģiskais atkritums — 1000 kg (3,1%). Parasti kokiles nocēla no lietņiem pēc pusotras stundas. Jāatzīmē, ka, lietņus velmējot, arī rodas atkritumi — no atlietā metāla derīgais ir apmēram 85—86%.

1949. gadā kausēšanas ilgums bija 7,78 st, bet 1957. gadā šis laiks samazinājās uz 6,08 st, kurināmā patēriņš samazinājās no 402 uz 290 kg uz 1 t tērauda, derīgā metāla daudzums pieauga no 86,95 uz 88%.

Lietuve atrodas blakus martena

krāsnij, tās platība 216 m². Tā varēja dot līdz 25 t smagus tērauda atlējumus un līdz 5 t smagus čuguna atlējumus. Lietuvē novietotas divas vagrankas (2 t/st), no kurām viena strādā jau kopš 1923. gada. Parasti darbojās tikai viena vagranka. Lietuvē formu žāvēšanai lietoja divas krāsnis, kuras apkurināja ar koksu. Krāsns darba telpas temperatūra 280—300°C. Uz vienu krāsns krāvumu sadedzināja 300 kg koksa. Žāvēšanas ilgums divas diennaktis. Lietuvē bija arī bronzas kausēšanas krāsns, kur ievietoja grafīta tīģeļus.

Skārda velmētavā izejmateriālu sutunku (apgatave) saņēma no Urāliem vai Ukrainas. Lietoja divu veidu sutunkas — 9,5 kg smagas, ko velmēja līdz 0,5 un 1,0 mm biezumam, un 28 kg smagas, ko velmēja līdz 3 mm.

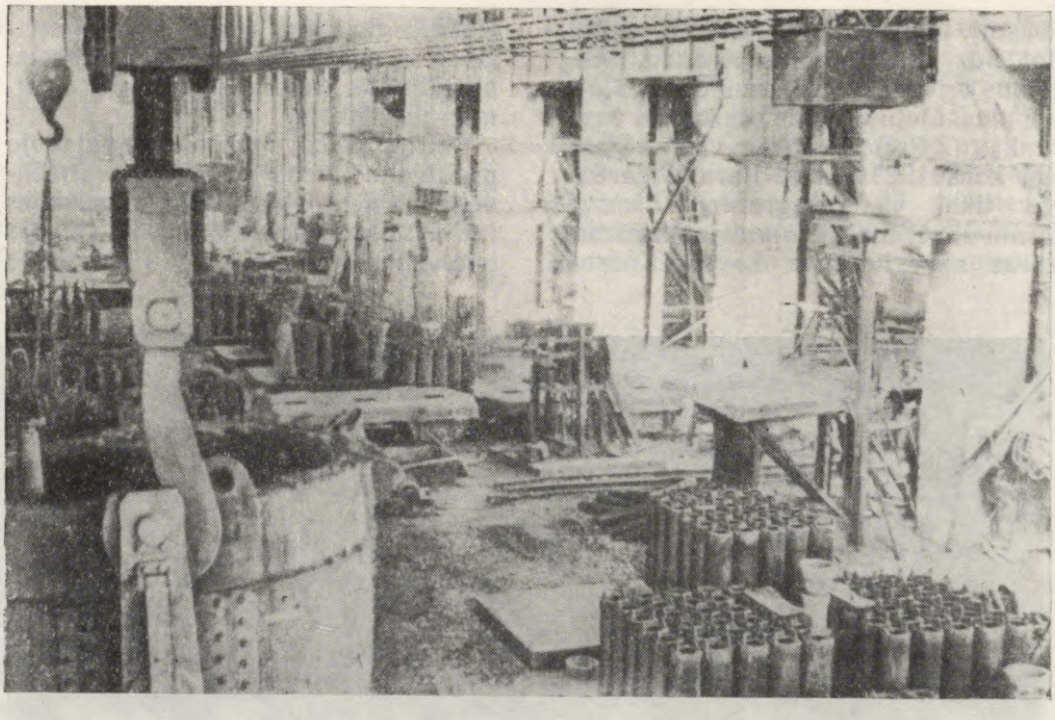
Skārdu velmētavā ražoja jumta skārdu, kura biezums 0,25, 0,45, 0,5 un 0,8 mm. Vispirms sutunkas sakarsēja metodiskā krāsnī līdz 1050°C. No krāsns sutunku ievadīja trio velmē un tad pirmā duo velmē. Skārdu velmēja 1300 mm garumā, tad to dubultoja, un paketi no jauna sakarsēja un ievadīja otrā duo velmē. Pēc tam paketes apgrieza, izjauca — atplēsa un atkvēlināja. Jumta skārdu arī kodināja un cinkoja.

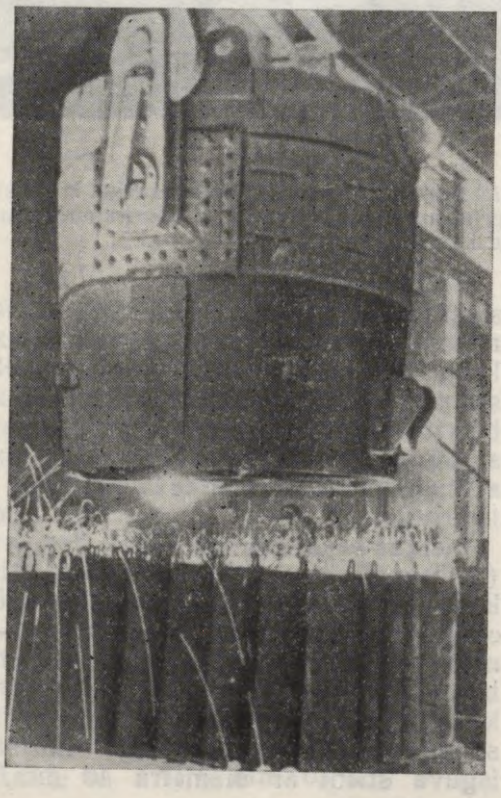
Šķirņu dzelzs velmētavā izgatavoja profilvelmējumus un stieples. Profilvelmējumiem bija divas velmēšanas līnijas: pirmā lietņu līnija, ko veidoja trio velmes, un otrā profilu līnija, kas

156. att. Martena ceha abu martena krāšņu priekšpuse; katrai krāsnij ir trīs iekraušanas durvis (logi).

sastāvēja no trio velmes. Stiepļu velmētavā bija trīs līnijas — lietņu līnija, kas sastāvēja no vienas trio statnes, starplīnija, kas sastāvēja no trio un duo statnēm un tīrlīnija, kas sastāvēja no deviņām duo statnēm ar maināmām velmēm dažādu izmēru iegūšanai.

Lietņus sakarsēja metodiskā krāsnī (maksimālā temperatūra 1400°C). Kā kurināmo lietoja akmeņogles. Krāsns caurlaidība 7 t stundā. Parasti lietņi, nokļūstot velmēšanas sastāva velmēs, bija sakarsēti līdz 1200°C. Lietņus krāsnī iestūma ar bīdītāju. Velmējot stieples no lietņa, pirmajā līnijā ieguva stieni ar diametru 40 mm,



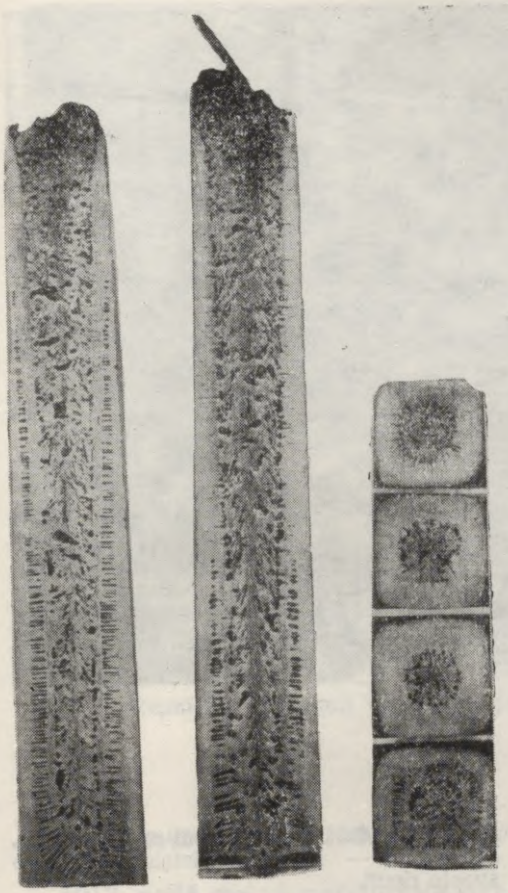


157. att. Skats uz martena ceha tēraudlietuvi: pa kreisi — tērauda izliešanas kauss, pa labi — plates ar kokilēm (sifona liešanas paņēmiens).

158. att. Verdošā tērauda izliešana no kausa centrālā sifona caurulē.

159. att. Verdošā tērauda lietņu garengriezumi un šķērsgriezumi.

160. att. Černova kristāls (eglītes) mierīgā tērauda lietņa sarukuma tukšumā (paliel. apmēram 2×).



starplīnijā diametru samazināja līdz 15 mm, bet pēc trešās līnijas diametru ieguva 5,5—6,5 mm; pēc tam stieples uztina ripuļos (50—60 kg smagi). Velmes dzesēja ar ūdeni. Stieptuvē pārstrādāja stiepļu velmētavas produkciju. Pirms stiepšanas stiepļu ripuļus iekrāva kodināšanas vannās, tad noskaloja ar ūdeni un pēc tam kaļķoja kaļķu vannā. Stiepšanas krēslos kā filjera materiālu lietoja galvenokārt BK-8 markas cieto sakausējumu, diametru pakāpeniski samazināja līdz 0,3 mm; starpatkvēlināšanu izdarīja, kad bija iegūts 2 mm liels diametrs.

No iegūtām stieplēm ķēžu nodaļā uz automātiem izgatavoja metinātās ķēdes, naglu nodaļā kala dažāda izmēra naglas.

Kalēju un spiežu nodaļā gatavoja dažādus lauksaimniecības darba rīkus, galvenokārt dakšas un lāpstas, par izejmateriālu lietojot tēraudu Ст. 6.

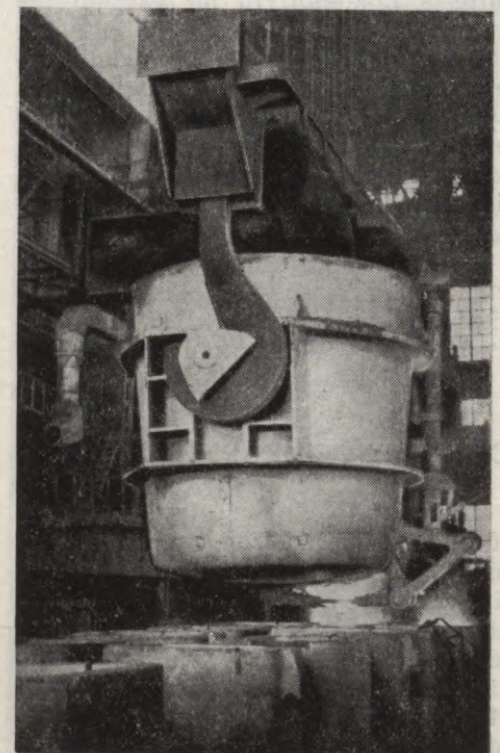
Liepājas lauksaimniecības mašīnu rūpnīcu nodibināja 1953. gadā uz bijušās Lokomotīvju un vagonu remonta darbnīcas bāzes. 1954. gadā tā ražoja kūlīšu sējējus, cukurbiešu kombainus, mēslu ārdītājus, augļu sulas spiedes u. c. Vēlāk tā specializējās universālu iekrāvēju izgatavošanā; tos uzmontēja uz traktoriem. Čuguna lietuvē bija viena vagranka ar kausētspēju 2 t/st.

Čugunu kausēja un dažādus atlējumus ieguva arī Metālizstrādājumu rūpnīcas «Liepāja» lietuves cehā (tā atrodas bij. V. Matisona lietuves ēkā).

CITU PILSĒTU RŪPNĪCAS

Daugavpils lokomotīvju remonta rūpnīcā (bij. Dzelzceļa remonta darbnīcā) 1944. gadā vācu okupanti izpostīja gandrīz visu darbnīcu iekārtu. Pēc atjaunošanas, t. i., 1949. gadā, rūpnīcā remontēja lokomotīves, vagonus, ražoja čuguna un krāsaino metāla atlējumus u. c. [88a, *361. lpp.*]. Lietuvē atradās divas vagrankas (2 t/st) un

161. att. Verdošā tērauda lietņi uz vagonetēm, aizmugurē — no šiem lietņiem izvelmēto stiepļu ripuļi.



divas elektrokrāsnis (ar horizontāliem elektrodiem krāsaino metālu kausēšanai). Smēdē darbojās metodiskās krāsnis un divi 5 t tvaika—gaisa veseri.

Cēsu 4. autoremonta rūpnīca dibināta uz Lauksaimniecības ministrijas remonta un mehāniskās rūpnīcas bāzes 1957. gadā. Rūpnīcā uzcelti jauni ražošanas cehi, to starpā arī lietuves cehs čuguna atlējumu ražošanai [88a, *297. lpp.*].

162. att. Tērauda izliešana no kausa (V = = 160 t) jaunajā martena ceha tēraudlietuvē.

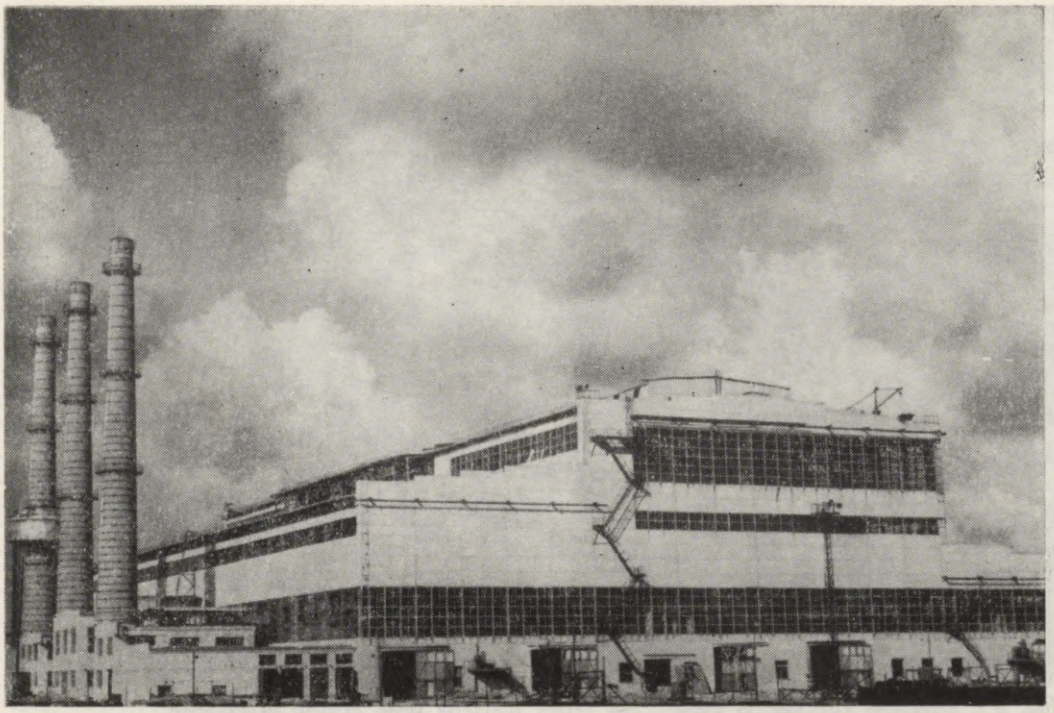
163. att. Rūpnīcas «Sarkanais metalurgs» jaunā martena ceha krāšņu priekšpuse.

METĀLA RAŽOŠANAS APJOMS [88b, *540. lpp.*]

1913. gadā melnā metalurģijā tika nodarbināti 4600 strādnieki, ražoja 76 000 t tērauda un 85 000 t velmējumu. 1940. gadā ražoja tikai 28 000 t tērauda un 24 000 t velmējumu. Tikai pēc padomju varas atjaunošanas varēja atkal palielināt melnā metāla ražošanu. 1913. gada līmenis tika sasniegts 1955. gadā (76 000 t tērauda, 103 000 t velmējumu). 1958. gadā jau ražoja 87 900 t tērauda un 127 300 t velmējumu. Rīgas vagonu rūpnīcā un Rīgas elektromašīnu rūpnīcā — kur ražoja martena tēraudu — pēc elektrokrāšņu uzstādīšanas sāka ražot arī elektrotēraudu (1955. gadā 4000 t, 1958. gadā aptuveni 7200 t). Šajos divos gados auksti vilktās stieples daudzums no 28 000 t pieauga uz 29 000 t, tērauda ieguves daudzums no 1 m^2 klona laukuma diennaktī — vidēji no 4,43 t uz 4,96 t, nosacītā kurināmā deva 1 t tērauda ražošanai no 318 kg samazinājās uz 298 kg, martena krāsns kalendārā darba laika dīkstāve no 27,9% samazinājās uz 21,2%.

Uz vienu cilvēku Latvijā 1958. gadā ražoja 42 kg tērauda un 61 kg velmējumu.

Čuguna kausēšanas 1913. gada līmenis [*14. tab.*] vēl nav sasniegts. 1958. gadā Latvijā bija 27 lietuvju cehi, kas deva 40 300 t čuguna atlējumu, kas ir nedaudz mazāk nekā puse no 1913. gadā ražotā daudzuma. Tam ir vairāki iemesli; mūsdienās ražotās konstrukcijas (un līdz ar to arī detaļas) ir ievērojami vieglākas, daudzu lieto detaļu vietā izmanto metinātās tērauda detaļas. Apmēram 20% vajadzīgo čuguna detaļu saņem no citām republikām ekonomiski izdevīgākā



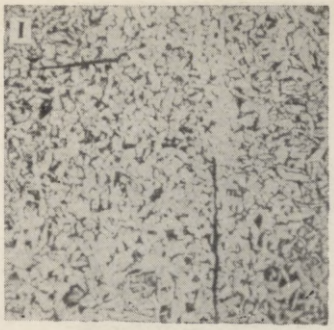
164. att. Rūpnīcas «Sarkanais metalurgs» jaunā martena ceha ēka.

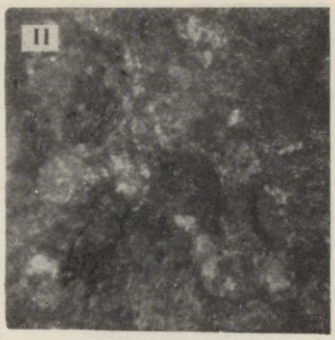
kooperācijas ceļā u. c. Galvenie čuguna atlējumu patērētāji ir lauksaimniecības mašīnu rūpnīcas, smagās rūpniecības uzņēmumi, ķīmisko mašīnu rūpniecība, elektrotehniskā mašīnbūvniecība, kas saņem kopā 50% no visas produkcijas.

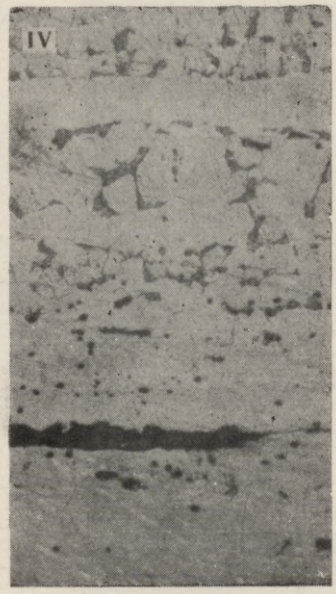
Kādas ir nākotnes izredzes? Tās ir daudzsološas. Stipri ir palielinājusies un turpina attīstīties elektrotērauda ražošana.

Rīgas elektromašīnu rūpnīcas lietuve gadā jau dod 7800 t tērauda atlējumu, bet Rīgas vagonu rūpnīcas lietuvē ražo 8000 t tērauda atlējumu. Sakarā ar ražošanas palielināšanu Rīgas vagonu rūpnīcā ir uzstādīta trešā elektroloka krāsns. Elektrotēraudu ražo arī Liepājas rūpnīcā «Sarkanais metalurgs» u. c. 1973. gadā saražots 27 600 t elektrotērauda.

Lielas pārvērtības notikušas un vēl notiks rūpnīcā «Sarkanais metalurgs». Līdz 1960. gadam, nedaudz rūpnīcu rekonstruējot, izdevās tērauda ražošanu palielināt 2,8 reizes, velmējumu — gandrīz 7 reizes. Taču ražošanas tehnikas līmenis rūpnīcā bija vēl zems, nācās izmantot daudz roku darba. Rūpnīcā iesāka realizēt jaunu radikālu rekonstrukciju plānu. Pārgāja no cietā kurināmā uz šķidro (mazutu), uzbūvēja jaunu martena cehu ar trim krāsnīm (katra ar 130—160 t ietilpību), uzbūvēja divas tērauda nepārtrauktās liešanas iekārtas (katra vienā reizē atlej astoņus kvadrātveida stieņus — sagataves). Izveidoja tērauda sagatavju — stieņu impulsīvās griešanas iekārtu, uzbūvēja divus





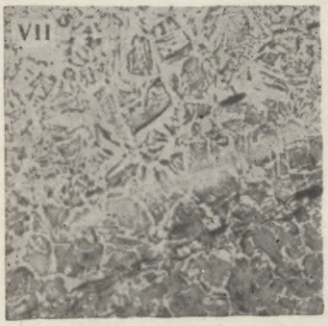


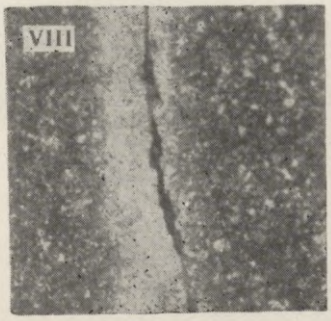
I.
Uzmavas cirvja *(1. att. — 3)* vietas *A* mikrostruktūra (paliel. 100×).

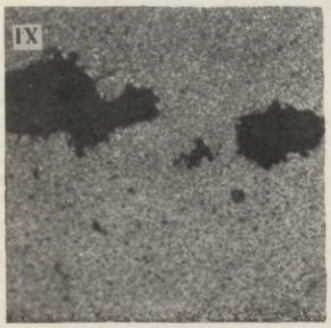
II.
Mazkatužu vesera *(2. att. — 7)* deguna gala mikrostruktūra (paliel. 250×).

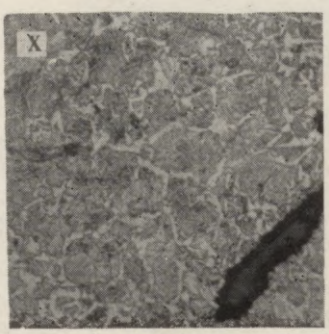
III.
Mazkatužu uzmavas cirvja *(2. att. — 6)* virsotnes slīpā griezuma mikrostruktūra (pirms atkvēlināšanas, paliel. 100×).

IV.
Mazkatužu uzmavas cirvja virsotnes slīpā griezuma mikrostruktūra (pēc atkvēlināšanas, paliel. 100×).









V.
Gailīšu uzmavas cirvja *(4. att. — 2)* griezuma vietas mikrostruktūra (paliel. 100×).

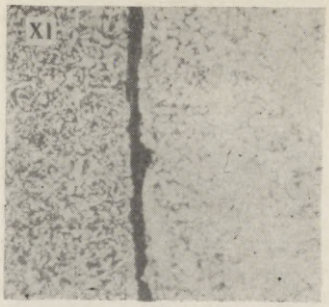
VI.
Gailīšu kapļa *(4. att. — 4)* griezuma vietas mikrostruktūra (paliel. 100×).

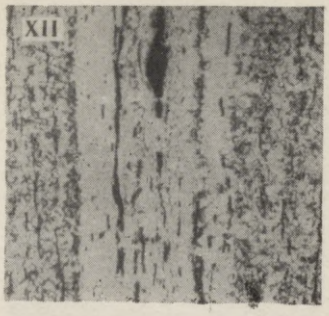
VII.
Melderišķu cirvja *(5. att. — 2)* vietas *A (6. att.)* mikrostruktūra (paliel. 100×).

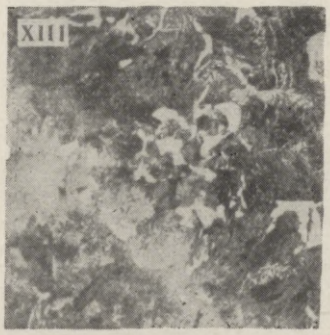
VIII.
Rocežu tapas cirvja *(7. att. — 4)* vietas *A* mikrostruktūra (paliel. 100×).

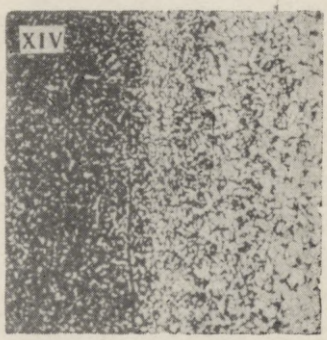
IX.
Kokmuižas cirvja asmens griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

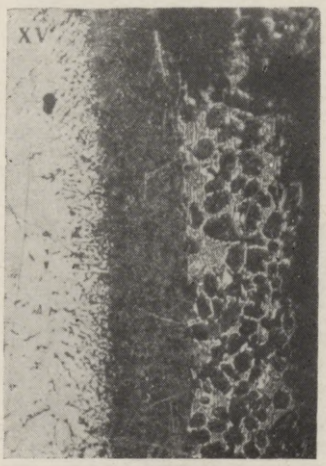
X.
Kokmuižas cirvja kāta daļas griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

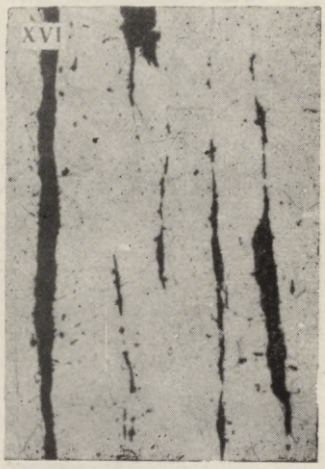












XI.
Ķentes naža *(12. att. — 1)* asmens griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

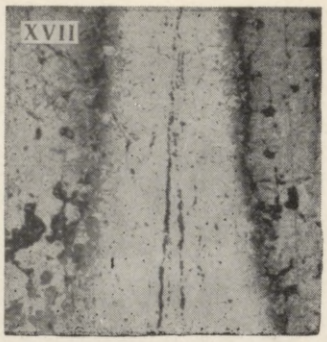
XII.
Ķentes sirpja *(12. att. — 3)* asmens mikrostruktūra (paliel. 100×).

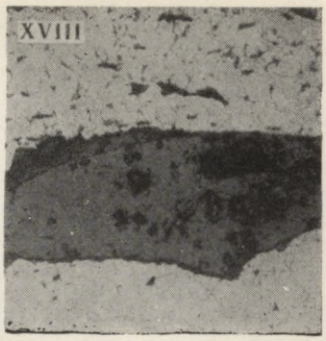
XIII.
Ķentes vīles *(12. att. — 5)* griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

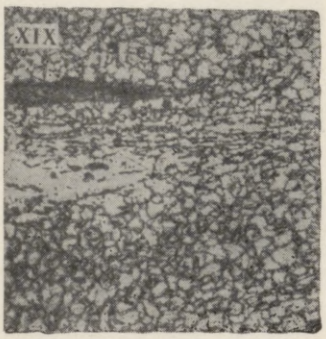
XIV.
Tērvetes naža *(22. att. — 1)* asmens virsotnes griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

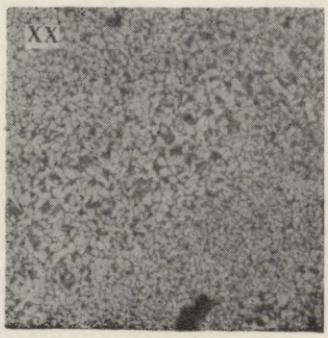
XV.
Tērvetes slīmesta fragmenta *(22. att. — 6)* asmens virsotnes sānmalas mikrostruktūra (paliel. 100×).

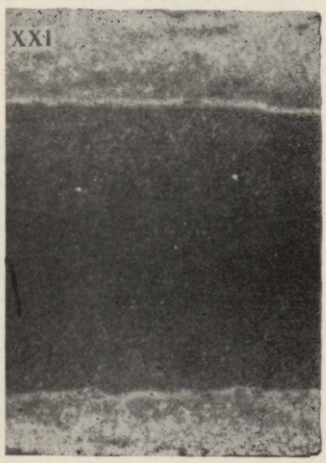
XVI.
Tērvetes bultas smailes *(23. att. — 1)* griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

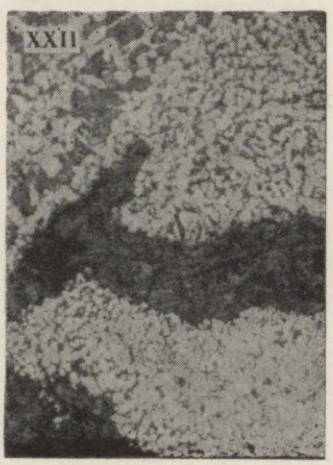












XVII.
Tērvetes īlena *(24. att. — 1)* griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

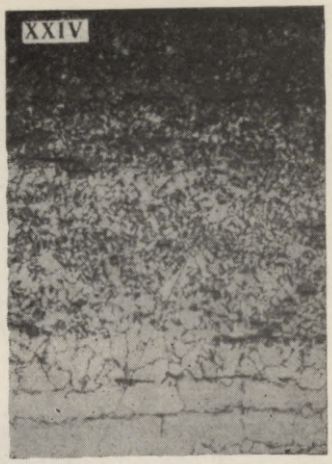
XVIII.
Tērvetes pakava mikrostruktūra (paliel. 100×).

XIX.
Tērvetes šķēpa smailes lapas tērauda slāņa *(27. att.)* mikrostruktūra (paliel. 100×).

XX.
Mazākā Mežotnes cirvja *(35. att. — 2)* asmens mikrostruktūra (paliel. 100×).

XXI.
Mežotnes naža *(37. att. — 1)* asmens mikrostruktūra (paliel. 100×).

XXII.
Mežotnes īlena griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

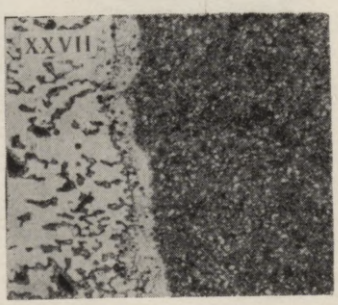


XXIII.
Daugmales īsās harpūnas *(38. att.)* asmens mikrostruktūra vietā *A* (paliel. 100×).

XXIV.
Asotes cirvja asmens *(41. att. — 3)* mikrostruktūra (paliel. 100×).

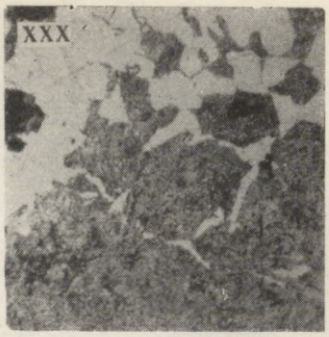
XXV.
Asotes sirpja *(43. att. — 1)* asmens mikrostruktūra (paliel. 100×).

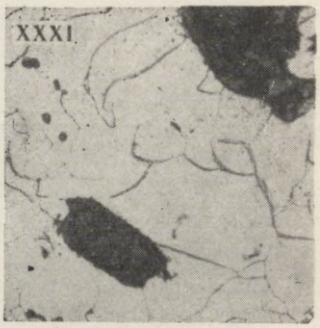
XXVI.
Asotes cemmes griezuma malas mikrostruktūra (paliel. 100×).



XXVII.
Asotes mazo šķiltavu tērauda slāņa piemetinājuma vietas mikrostruktūra (paliel. 100×).

XXVIII.
Rīgas cirvja *(49. att.)* asmens virsotnes griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).



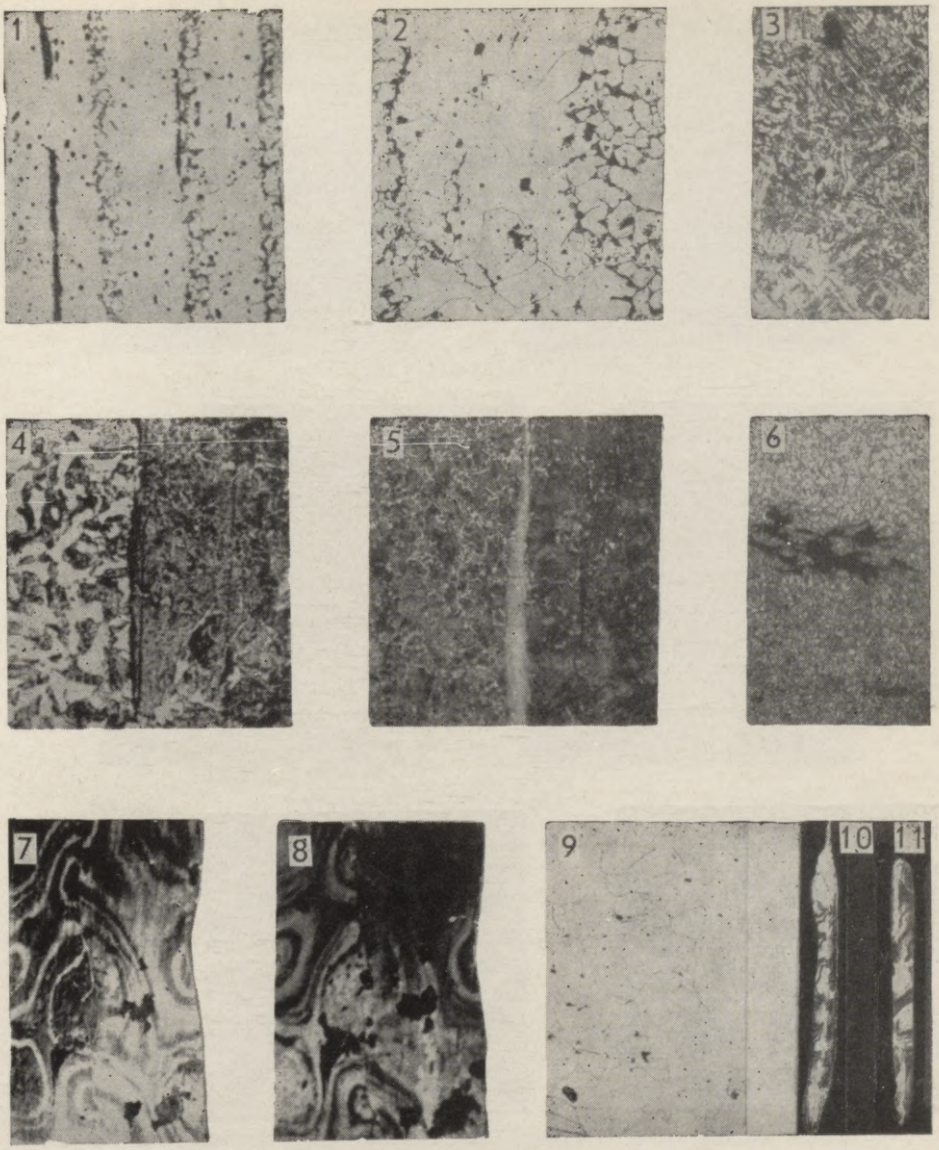


XXIX.
Kokmuižas vidējā lieluma dzelzs krica *(54. att.)* griezuma vietas mikrostruktūra (paliel. 100×).

XXX.
Ķentes dzelzs krica *(56. att.)* griezuma mikrostruktūra (paliel. 100×).

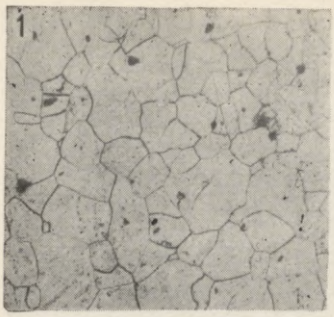
XXXI.
Tērvetes dzelzs krica *(57. att.)* griezuma ferīta vietas mikrostruktūra (paliel. 100×).

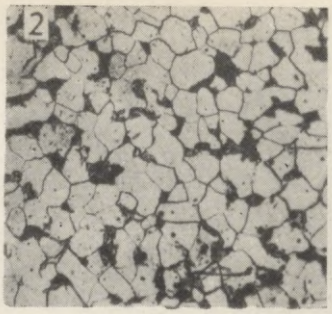
XXXII.
Tērvetes dzelzs krica *(57. att.)* griezuma perlīta un cementīta vietas mikrostruktūra (paliel. 100×).

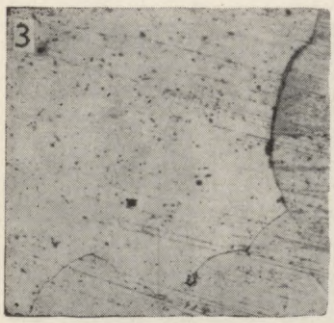


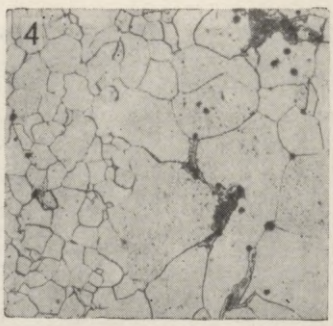
XXXIII.

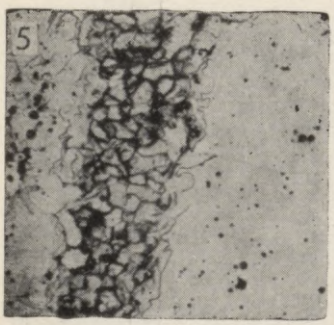
Zobenu mikrostruktūras *(1—6, 9)* un makrostruktūras *(7, 8, 10, 11)*: *1* — Ķentes (paliel. 100×), *2* — Grobiņas (paliel. 150×), *3* — Kokmuižas (KPM 655, paliel. 150×), *4* — Durbes (paliel. 150×), *5* — Kapenieku (paliel. 100×), *6* — Rīgas (paliel. 100×), *7, 8* — Durbes, *9* — Durbes (paliel. 150×), *10* — Durbes, *11* — Grobiņas.

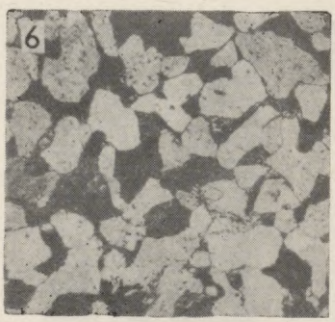


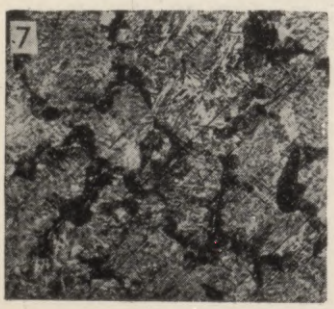


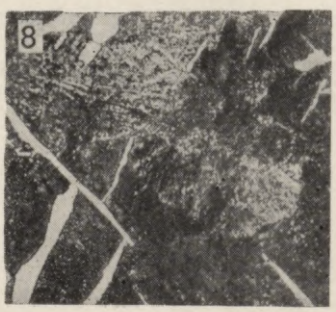






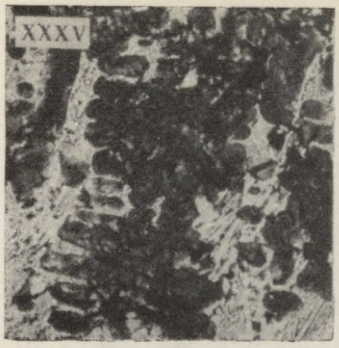


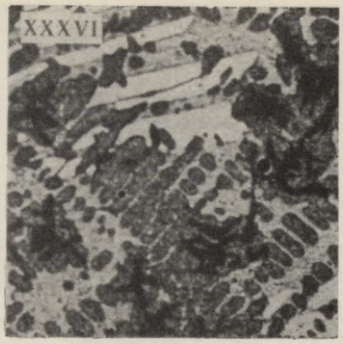




XXXIV.

Šķēpu smaiļu lapu mikrostruktūras (paliel. 100×): *1* — Saikavas IV raksta grupas lapas vidusdaļa, *2* — Durbes VI raksta grupas lapas vidusdaļa, *3* — Durbes VI raksta grupas lapas svītra, *4* — Saikavas IV raksta grupas lapas zāģzobu slānis, *5* — Salaspils XII raksta grupas lapas vērptais slānis, *6* — Durbes VI raksta grupas lapas griezējasmens, *7* — Saikavas IV raksta grupas lapas griezējasmens pirms atkvēlināšanas, *8* — tas pats asmens pēc atkvēlināšanas.



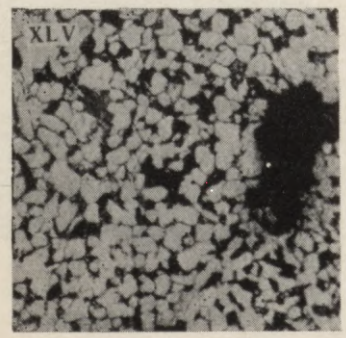


XXXV.
Vecmuižas Riežu izplūdņa *(99. att. — 1)* vietas *A* mikrostruktūra (paliel. 150×).

XXXVI.
Visvecākā Rīgas čuguna lielgabala *(100. att.)* stobra resngaļa priekš- 150×).

XXXVII.
Visvecākā Rīgas čuguna lielgabala *(100. att.)* stobra resngaļa priekšdaļas mikrostruktūra (paliel. 100×).

XXXVIII.
Čuguna lielgabala (Vecpilsētas ielā 10, kreisās puses) mikrostruktūra (paliel. 150×).



XXXIX.
Čuguna lielgabala (Vecpilsētas ielā 10, labās puses) mikrostruktūra (paliel. 150×).

XL.
Čuguna lielgabalu (Vecpilsētas un Sarkanās gvardes ielu stūrī) mikrostruktūra (paliel. 150×).

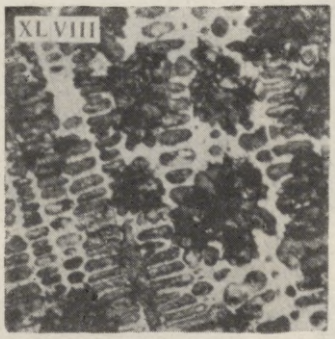
XLI.
Visgarākā Ķokneses čuguna lielgabala (kalibrs 140 mm) mikrostruktūra (paliel. 150×).

XLII.
Jelgavas pils čuguna lielgabala (kalibrs 106 mm) mikrostruktūra (paliel. 150×).

XLIII.
Ķuldīgas čuguna lielgabala (kalibrs 100 mm) mikrostruktūra (paliel. 150×).

XLIV.
Ķuldīgas čuguna lielgabala (kalibrs 73 mm) mikrostruktūra (paliel. 150×).

XLV.
Dzelzs lielgabala *(112. att., A)* mikrostruktūra (paliel. 100×).



XLVI.
Puzes skolas čuguna lielgabala mikrostruktūra (paliel. 150×).

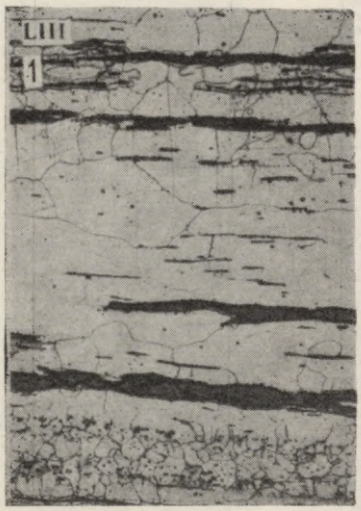
XLVII.
Talsu skolas čuguna lielgabala (kalibrs 127 mm) mikrostruktūra (paliel. 150×).

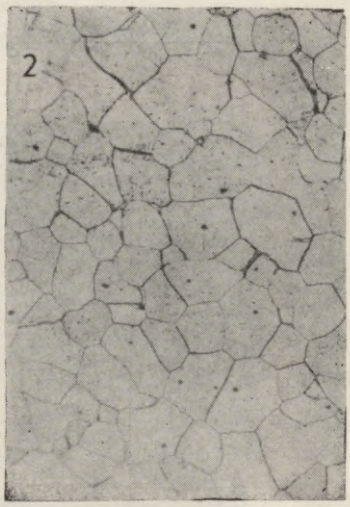
XLVIII.
Talsu (Kr. Valdemāra ielā) čuguna lielgabala mikrostruktūra (paliel. 150×).

XLIX.
Uguņciema čuguna atlējuma mikrostruktūra (paliel. 150×).

L.
Engures lieteņa fragmenta mikrostruktūra (paliel. 100×).

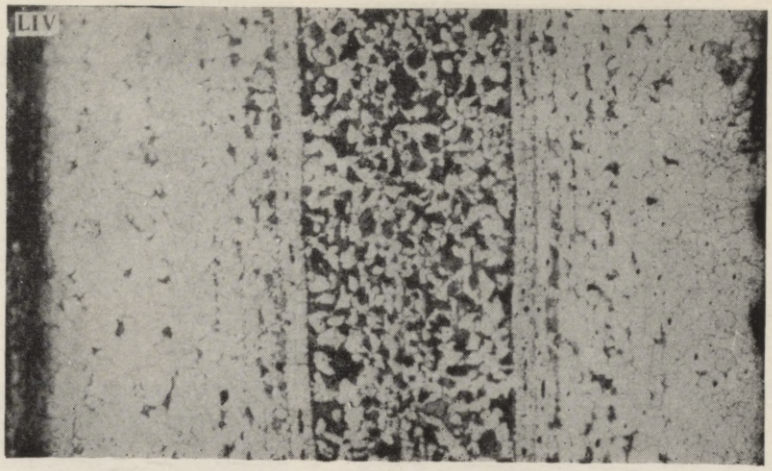
LI.
Kuldīgas enkura mikrostruktūra (paliel. 100×).

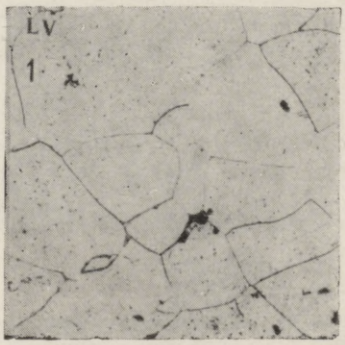


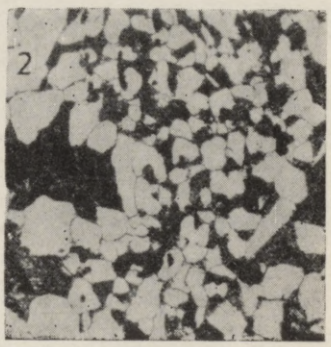


LII.
Kricu ēzes krica *(134. att.)* mikrostruktūra (paliel. 200×); *1* — perlīta un cementīta vieta, *2* — vidmanšteta vieta.

LIII.
Metinātas dzelzs *(1)* un lietas dzelzs *(2)* mikrostruktūra: *1* — tvaika katla skārda dzelzs, *2* — armko dzelzs (paliel. 100×).

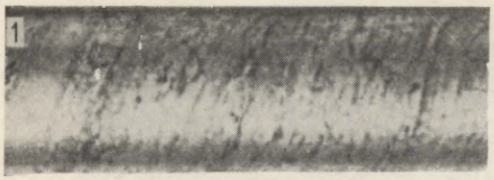


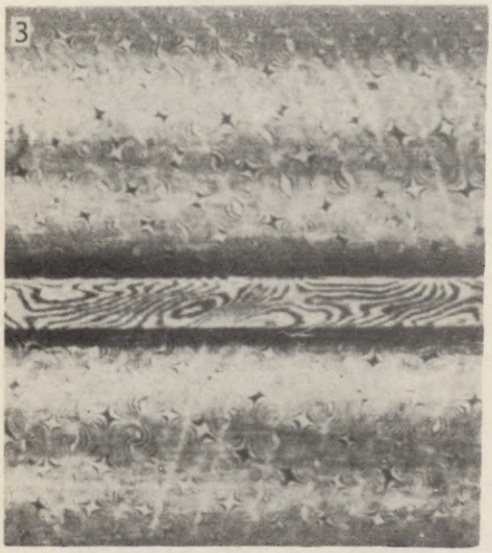


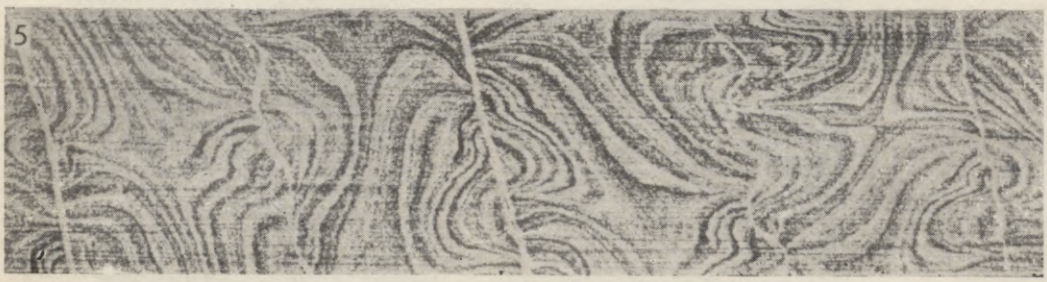


LIV.
Sāmsalas izkapts asmens daļas mikrostruktūra (paliel. 100×).

LV.
Pētera baznīcas torņa gaiļa (torņa smailē atradās līdz 1941. gadam) astes stieņa mikrostruktūra (paliel. 100×): *1* — dzelzs, *2* — tērauds.

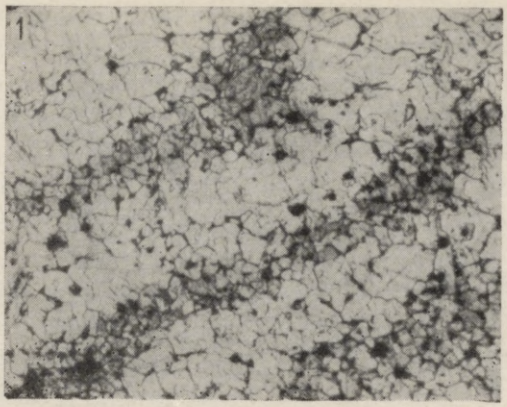


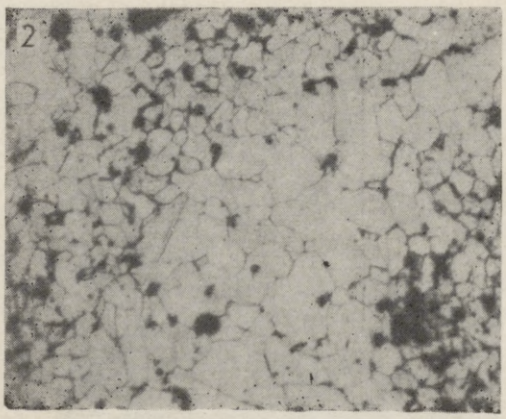


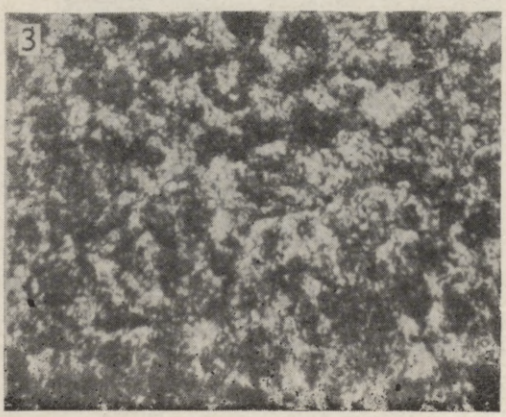


LVI.

Damascētā tērauda stobru makrostruktūras: *1* — stobrs. Raksts apmēram dabīgā lielumā (Grieķijā XVIII gs.), *2* — Tulas divstobru bise (XVII gs.). Raksts palielināts apmēram 2× (zīmējums), *3* — divstobru bise (Vācijā XVIII gs.). Raksts palielināts apmēram 1,5× (starp stobriem esošajā stienī raksts iegravēts), *4* — četrstobru Marietes pistoles stobrs (XIX gs.). Raksts palielināts apmēram 2×, *5* — sporta pistole *(138. att. — 1)*. Raksts palielināts apmēram 2×.

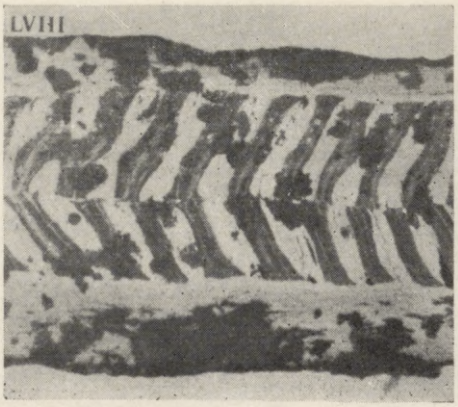






LVII.

Triju stobru mikrostruktūra (paliel. 150×): *1* — četrstobru pistole (*LVI att. — 4*), *2* — astoņstobru pistole (Mariete), *3* — Tulas trīs līniju šautenes stobrs (leģēts tērauds).



LVIII.
Lejasbitēnu VII raksta grupas šķēpa smailes lapas makrostruktūra (paliel. 1,5×).

LIX.
Durbes XI raksta grupas smailes lapas makrostruktūra (paliel. apmēram 3×).

velmēšanas stāvus, remonta mehānisko cehu u. c., ieviesa stieples paātrinātu atdzesēšanu ar ūdens strūklu u. c. Tas deva iespēju rūpnīcai 1973. gadā ražot 432 600 t martena tērauda un 525 900 t velmējumu. Visā Latvijā šajā gadā ražoja 460 200 t tērauda, dodot tādējādi uz vienu cilvēku 188 kg, kas ir apmēram 12,5 reizes vairāk nekā 1940. gadā. Tērauda ieguves daudzums no 1 m^2 martena krāsns klona laukuma diennaktī pieauga uz 7,1 t, nosacītā kurināmā izlietojums uz 1 t tērauda ražošanu samazinājās uz 248 kg [253, *140., 155., 159. lpp.*].

Rūpnīca «Sarkanais metalurgs» atrodas trešās rekonstrukcijas priekšvakarā. Rūpnīcai gadā būs jāražo viens miljons tonnu tērauda un 850 000 t velmējumu. Ir paredzēts uzbūvēt jaunu tērauda elektrokausēšanas cehu ar divām lielām krāsnīm un tērauda nepārtrauktās liešanas iekārtas iecirkni. Tiks uzbūvēta priekšvelmētava, sīko profilu velmētava, dzelzs izstrādājumu un tērauda stiepļu cehi, ieviesīs automatizētu tehnoloģijas un ražošanas vadību, armatūru tēraudam divkārt palielinās stiepes izturības robežu u. c. [168].

Kā galvenais izejmateriāls tērauda ražošanai arī turpmāk būs melnā metāla lūžņi.

Nemitīgi palielinās arī čuguna atlējumu ražošana. 13 uzņēmumos likvidētas sīkās lietuves. Radītas jaunas lietuves perifērijā (Gulbenē, Ludzā, Brocēnos, Rēzeknē). Liela lietuve tiks uzcelta Jēkabpilī. 1967. gadā pastāvēja 21 čuguna lietuve. Tajās arvien vairāk ieviesa formēšanu ar mašīnām, centrbēdzes liešanu, liešanu kokilēs u. tml. Bet tādu lielu čuguna lietuvi, kāda ir Rīgas ķīmiskās mašīnbūves rūpnīcā, kapitāli rekonstruē un modernizē. Šeit čugunu nekausēs vairs vagrankās, bet gan elektrokrāsnīs. Uzlabosies ne tikai čuguna kvalitāte, bet tiks pasargāta arī apkārtējā vide no vagrankām izplūstošo gāzu putekļiem un kvēpiem.

LITERATŪRA

1. Āboliņa M.

Matīšu draudze zviedru laikos. — «Valsts arhīva raksti», Rīga, 1935, Nr. 1, 95.—166. lpp.

2. Aidniks E.

Svētku pārskats Sv. Jāņa ģildes amata 560 gadu pastāvēšanas jubileju svētkos 1933. gada 29. aprīlī. Rīga, 1933, 14 lpp.

3. Aitchison L.

A history of metals. London, 1960. 161 p.

4. Amelung F.

Baltische Kulturstudien (1184—1561). Halbbd. 2. Dorpat, 1885, S. 164—353.

5. Anteins A.

Asotes pilskalna dzelzs un tērauda izstrādājumu struktūras, īpašības un izgatavošanas tehnoloģija. — «Latvijas PSR ZA Vēstis», 1956, Nr. 6, 29.—40. lpp.

6. Anteins A.

Damascētie un ierakstu zobeni Latvijā un to asmeņu tehnoloģija. — «Par tehnikas vēsturi Latvijas PSR», Rīga, 1964, Nr. 6, 65.—96. lpp.

7. Anteins A.

Die kurischen rhombischen Lanzenspitzen mit damasziertem Blatt. — «Gladius», Madrid, 1968, Nr. 7, S. 5—26.

8. Anteins A.

Dzelzs un tērauda izstrādājumu struktūras, īpašības un izgatavošanas tehnoloģija senajā Latvijā (līdz 13. gs.). — «Arheoloģija un etnogrāfija», Rīga, 1960, Nr. 2, 3.—60. lpp.

9. Anteins A.

Im Ostbaltikum gefundene Schwerter mit damaszierten Klingen. — «Waffen- und Kostümkunde», München—Berlin, 1966, № 2, S. 111—125.

10. Anteins A.

Ķentes pilskalna dzelzs un tērauda izstrādājumu struktūras, īpašības un izgatavošanas tehnoloģija. — «Arheoloģija un etnogrāfija», Rīga, 1957, Nr. 1, 45.—50. lpp.

11. Anteins A.

Mārtiņa salas melno metālu izstrādājumu struktūras, īpašības un izgatavošanas tehnoloģija. — «Rīgas Politehniskā institūta zinātniskie raksti», 1960, Nr. 1, 207.—218. lpp.

12. Anteins A.

Par melno metālu ražošanu un apstrādāšanu Latvijas PSR teritorijā laikā no XIII gs. beigām līdz XVIII gs. sākumam. — «Par tehnikas vēsturi Latvijas PSR», Rīga, 1962, Nr. 3, 5.—48. lpp.

13. Anteins A.

Senās Latvijas damascētā tērauda šķēpu gali. — «Arheoloģija un etnogrāfija», Rīga, 1962, Nr. 4, 33.—46. lpp.

14. Anteins A.

Structure and manufacturing techniques of patternwelded objects found in the Baltic States. — «Journal of the Iron and Steel Institute», London, 1968, June, p. 563—571.

15. Arbman H.

Schweden und das Karolingische Reich. Stockholm, 1937. 274 S.

16. Arbusow L.

Grundriss der Geschichte Liv-, Est- und Kurlands. 4. Auflage. Riga, 1918. 372 S.

17. Ārens P.

St. Petri-Kirche in Riga. Riga, 1944. 84 S.

18. Baer E.

Die Entwicklung der Fabrikindustrie Libaus. Libau, 1909. 54 S.

19. Balodis Fr.

Jersika. — «Senatne un Māksla», 1939, Nr. 4, 65.—79. lpp.

20. Beckert M., Klemm H.

Handbuch der metallographischen Ätzverfahren. Leipzig, 1962. 379 S.

21.

Beiträge zur Geschichte der Industrie Rigas H. 3. Riga, 1912. 98 S.

22. Bernšteins G.

Kurināmais, eļļa un ūdens. Rīga, LVI, 1951. 288 lpp.

23. Bērziņš J.

Ērgļu un Turaidas pils saimniecība XVI gs. 80. gados. — «Valsts arhīva raksti», Rīga, 1935, Nr. 1, 3.—78. lpp.

24. Bielenin K.

Dziesięciolecie zespołowych badan terenowych nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim. — «Materiały Archeologiczne», Warszawa, 1966, Nr. 7, s. 39—57.

25. Bielenin K.

Starożytne hutnictwo swiętokrzyskie. Warszawa, 1969. 54 s.

26. Bielenstein A.

— In: Sitzungsberichte der kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst aus dem Jahre 1869. Mitau, 1884, S. 367—369.

27. Bing E.

Metallbearbeitung. Beiträge... [21], S. 29—45.

28. Bing E. und Vögeding.

Vaggonbau. Beiträge... [21], S. 50—54.

29.

Blätter für Stadt und Land. 1844. gada Nr. 19 pielikums, S. 75.

30. Blosfeld B.

Eisenindustrie. Beiträge... [21], S. 5—27.

31. Böhne C.

Die Technik der damaszierten Schwerter. — «Archiv für das Eisenhüttenwesen», Düsseldorf, 1956, Bd. 34, Nr. 4, S. 227—234.

32. Böhne C., Dannheimer H.

Studien an Wurmbuntklingen des frühen Mittelalters. — «Bayerische Vorgeschichtsblätter», München, 1961, Bd. 26, S. 107—122.

33. Brand J. A.

Reysen durch die Marck Brandenburg, Preussen, Churland, Liefland, Plesscowien, Gross-Naugardien, Twierten und Moscowien. Wesel, 1702. 67 S.

34. Bruhn-Hoffmeyer A.

Middelalderene tveaggede svaerd, 1, 2, Köbenhavn, 1954.

35. Brūklens A.

Koknese, Staburags, Pļaviņas, [Tūrisma biļetens.] Pļaviņas, 1957. 48 lpp.

36. Campe P.

Das Stadtgiesshaus zu Riga. — In: Baltischer Almanach. Riga, 1931. [Atsevišķs novilkums uz 16 lpp.]

37. Campe P.

Lexikon liv- und kurländischer Baumeister, Bauhandwerker und Baugestalter von 1400—1850. In 2 Bänden. Bd. 2. Stockholm, 1957, 709 S.

38.

Centrālās Statistiskās pārvaldes ziņojums. — «Cīņa», 1974, Nr. 23

39. Cruse K. W.

Curland unter den Herzögen. In 2 Bänden. Bd. 1—2. Mitau, 1833—1837. 352 und 356 S.

40. Daiga J.

Dzelzs ieguves krāsnis Sēlpils Spietiņu apmetnē. — «Arheoloģija un etnogrāfija», Rīga, 1964, Nr. 6, 23.—36. lpp.

41. Delle J.

Venta un Abava. Rīga, 1932. 74 lpp.

42. Demmin A.

Die Kriegswaffen. Gear—Untermhaus, 1891. 1110 S.

43. Derschau E., Keyserling P.

Beschreibung der Provinz Kurland. Mitau, 1805. 375 S.

44. Dunsdorfs E.

Kurzemes hercoga Jēkaba saimnieciskie pasākumi Dānijā (dzelzs raktuves Norvēģijā). — «Latvijas Vēstures Institūta Žurnāls», 1937, Nr. 3. [Atsevišķs novilkums uz 20 lpp.]

45. Dunsdorfs E.

Latvijas saimniecības vēsture. LU lasītu lekciju konspekts. Rīga, 1938. 393 lpp.

46. Dunsdorfs E.

Uksenšernas Vidzemes muižu saimniecības grāmatas 1624.—1654. Rīga, 1935. 442 lpp.

47. Dunsdorfs E.

Vidzemes 1638. g. arklu revīzija, 1—3. Rīga, 1938—1941. 295., 684., 1348. lpp.

48. Dunsdorfs E.

Vidzemes zviedru laiku finanses. Rīga, 1936. 104 lpp.

49.

Düna-Zeitung. 1906. gada Nr. 29 pielikums (4. II). [Hammerwerk am Walgumsee.]

50. Ebert M.

Lanzenspitzen mit silberplattierter Tülle. — In: Arbeiten des Baltischen vorbereitenden Komitees für den XVI. Archäologischen Kongress in Pleskau 1914. Riga, 1914, S. 126—139.

51. Eckardt F.
Topographische Uebersicht der rigischen Statthalterschaft in 25 Tabellen. Riga, 1792. 50 S.

52. Eckert W.
Kurland unter dem Einfluss des Merkantilismus (1561—1682). Marburg, 1926. 272 S.

53. Endzelīns J.
Latvijas PSR vietvārdi, 1. d., 1. sēj. A—J. Rīga, LPSR ZA izd-ba, 1956. 425 lpp.

54. Endzeliņš H.
Skats Cēsu pilsētas un novada pagātnē. Cēsis, 1936. 168 lpp.

55. Endzeliņš H.
Skati Valmieras pilsētas, draudzes un novada pagātnē. Valmiera, 1932. 304 lpp.

56. France-Lanord A.
La fabrication des épées damassées aux époques mérovingienne et carolingienne. — «Le Pays Gaumais», Nancy, 1949, Nr. 10, p. 19—45.

57. France-Lanord A.
La technique du damas soudé dans les épées mérovingiennes et carolingiennes. — «Revue historique de la Lorraine», Nancy, 1949, Nr. 2, p. 25—32.

58. France-Lanord A.
Les lingots de fer protohistoriques. — «Revue d'histoire de la siderurgie», Nancy, 1963, vol. 4, Nr. 3, p. 167—178.

59. Freise F.
Das Eisenhüttenwesen im Altertum. — «Stahl und Eisen», 1907, S. 1616—1617.

60. Gebhardi L. A.
Geschichte des Herzogthums Kurland und Semgallen. Halle, 1789. 224 S.

61.
Gesellschaft der Rigaer Eisengiesserei und Maschinenfabrik, vormals Felser und Ko. Riga, 1892. 48 S.

62. Hahn J.
Die bäuerlichen Verhältnisse auf den herzöglichen Domänen Kurlands im XVII. und XVIII. Jahrhundert. Karlsruhe, 1911. 154 S.

63. Hanemann H.
Untersuchung von Rohstahl aus der vorrömischen Zeit. — «Stahl und Eisen», 1931, Bd. 51, Nr. 3.

64. Heckscher E. F.
Sveriges ekonomiska historia. Stockholm, 1935/36. 466 S.

65. Held W.
Die Fabrikindustrie in Riga. Riga, 1901.

66. Henning E.
Geschichte der Stadt Goldingen in Kurland. Mitau, 1809. 384 S.

67. Hinderling P.
Schmelzofen und Eisenverarbeitung in Nord-Kamerun. — «Stahl und Eisen», 1955, Bd. 75, Nr. 19, S. 263—266.

68.
Indriķa Livonijas hronika. Tulkojis J. Kripēns. Rīga, 1936, 321 lpp.

69.
Izrakumi Raunas Tanīsa kalnā. — Grām.: Arheoloģiskie raksti, 4. sēj., 1. d. Rīga, 1928., 83. lpp.

70. Jakovļevs A.
Padomju Savienības zemes bagātības. Rīga, LVI, 1948. 63 lpp.

71. Jankuhn H.
Ein Ulfberht-Schwert aus der Elbe bei Hamburg. — In: Festschrift für G. Schwantes zum 65. Geburtstag. Neumünster, 1951, S. 211—229.

72. Jankuhn H.
Nydam und Thorsberg. Neumünster, 1964. 40 S.

73. Jenšs J.
Kapitālistiskā manufaktūra Vidzemē XVIII gadsimta beigās un XIX gadsimta sākumā. Rīga, LVI, 1951. 111 lpp.

74. Johansen O.
Geschichte des Eisens. 3. Aufl. Düsseldorf, 1953.

75. Juškevičs J.
Hercoga Jēkaba laikmets Kurzemē. Rīga, 1932. 672 lpp.

76. Karnups A.
Izrakumi Talsu pilskalnā. — «Senatne un Māksla», 1936, Nr. 4, 67.—86. lpp.

77. Kanāle V., Stepermanis M.
Latvijas PSR vēsture. Rīga, 1968. 272 lpp.

78. Kivikoski E.
Kvarnbacken. Helsinki, 1963. 134 s.

79. Klark C.
Schiffbau. Beiträge... [21], S. 63—79.

80. Klingebiel H., Hundeshagen H.
Der Schmied am Amboss. Berlin, 1957. 184 S.

81. Klopmann P.
Kurländische Güter-Chroniken. Nach urkundlichen Quellen. 1. Lieferung. Mitau, 1867, 308 S.

82. Krass O.
Vorgeschichtliches Eisenschmelzen im Siegerland. — «Stahl und Eisen», 1931, Bd. 51, Nr. 42, S. 1287—1288.

83. Kröger A.
Kurländisches Verkehrs- und Adressbuch für 1892/93. Riga, 1892.

84. Kröger A.
Livländisches Verkehrs- und Adressbuch für 1892/93. Riga, 1892.

85. **Kröger A.**
Rigasches Adressbuch für 1889/90. Riga, 1889.

86.
Kurländische Güter-Chroniken. Neue Folge. Mitau, 1895. 323 S.

87. **Ķaune N.**
Vecā Jelgava. Rīga, 1939. 109 lpp.

88.
Latvijas PSR Mazā enciklopēdija. Rīga, «Zinātne»: a) 1. sēj., 1967. 726 lpp.; b) 2. sēj., 1968. 774 lpp.; c) 3. sēj., 1970. 790 lpp.

89.
Latvijas PSR Centrālais Valsts arhīvs. 704 fonds — Vidzemes muižu plāni un apraksti, 1. apraksts, 1680.—1820. g.

90.
Latvijas PSR Centrālais Valsts kinofotodokumentu arhīvs. Foto arhīvs.

91.
Latvijas PSR vēsture. 3 sējumos. 1. sēj. Rīga, LPSR ZA Izd-ba, 1953. 532 lpp.

92.
Latvijas PSR vēsture. 3 sējumos. 2. sēj. Rīga, LPSR ZA izd-ba, 1955. 446 lpp.

93.
Latvijas PSR Vēstures muzeja Arheoloģijas nodaļas inventāra saraksts.

94.
Latvijas PSR Vēstures muzeja fotofonda materiāli.

95.
Latvijas PSR ZA Ģeoloģijas un derīgo izrakteņu institūta dati un arhīva materiāli.

96.
Latvijas statistikas 1935. gada grāmata. Rīga, 1936. 314 lpp.

97.
Latvijas statistikas 1939. gada grāmata. Rīga, 1940. 316 lpp.

98.
Latvijas telefonu abonentu saraksti no 1922. līdz 1940. gadam.

99. **Leppäaho J.**
Späteisenzeitliche Waffen aus Finnland. Helsinki, 1964. 132 S.

100.
Libauscher Haus-Kalender für das Jahr: a) 1927, b) 1928, c) 1931, d) 1936, e) 1938. Libau.

101.
Libauscher Kalender für das Jahr: a) 1874, b) 1878, c) 1879, d) 1881, e) 1890, f) 1902, g) 1907, h) 1910.

102.
Liepāja — Baltijas jūras pērle. Liepāja, 1938. 96 lpp.

103.
Liepājas drāšu fabrika. 1938. 23 lpp. (Manuskripts glabājas Liepājas Zinātniskajā bibliotēkā.)

104.
Liepājas kalendārs 1914. gadam.

105.
Liepājas Kara ostas darbnīcas. [Katalogs.] 1930. 14 lpp.

106.
Liepājas latviešu kalendārs: a) 1891. gadam, b) 1900. gadam.

107.
Liepājas Vēstures un mākslas muzeja fondi.

108. **Liestøl A.**
Blodrefill og mål. — «Viking», Oslo, 1957, Nr. 15, s. 71—96.

109.
Limbaži. Rīga, LVI, 1962. 68 lpp.

110.
Liv-, Est- und Kurländisches Urkundenbuch nebst Regesten. [1. Abt.], Bd. 1—11; 2. Abt., Bd. 1—3. Reval 1852—1853 und Riga 1881—1909.

111. **Lizdenis H.**
Rudnios geležies liejukla. — Iš Lietuviu kulturos istorijos, 2. Vilnius, 1959, p. 188—192.

112. **Lorange A.**
Den yngre jernalders svaerd. Bergen, 1889.

113. **Maedge K.**
Über den Ursprung der ersten Metalle, der See- und Sumpferzverhüttung, der Bergwerkindustrie und ihrer ältesten Organisation in Schweden. — «Probleme der Weltwirtschaft», Jena, 1916, Nr. 25, S. 72—76.

114. **Malvess R.**
Jautājums par rakstu lietošanu Latvijas teritorijā līdz XII gs. beigām. — Grām.: Veltījums prof. Dr. J. Endzelīnam. Rīga, Latv. PSR ZA izd-ba, 1959, 555.—565. lpp.

115. **Mellis O.**
Limonīta atradnes Latvijā. — «Ģeogrāfiskie raksti», Rīga, 1938, Nr. 6, 103.—122. lpp.

116. **Melnalksnis V.**
Latvijas PSR derīgie izrakteņi. Rīga, Latv. PSR ZA izd-ba, 1955. 48 lpp.

117. **Mettig C.**
Das älteste Amtsbuch der Schmiede zu Riga und der Schragen derselben von 1578. Riga, 1890. 37 S.

118. **Mettig C.**
Zur Geschichte der rigaschen Gewerbe im 13. und 14. Jahrhundert. Riga, 1883. 101 S.

119. Mirbach O.
Briefe aus und nach Kurland. Bd. 2. Mitau, 1884. 312 S.

120. Moora H.
Die Eisenzeit in Lettland bis etwa 500 J. n. Chr. Tartu, 1929. 193 S.

121. Moora H.
Pirmatnējā kopienas iekārta un agrā feodālā sabiedrība Latvijas PSR teritorijā. Rīga, LVI, 1952. 172 lpp.

122. Napiersky J. G. L.
Die libri redituum der Stadt Riga. Leipzig, 1881. 224 S.

123. Neher F.
Eisen vom Steinwerkzeug zur Dampfmaschine. Stuttgart, 1941. 138 S.

124. Nerman B.
Die Verbindungen zwischen Skandinavien und dem Ostbaltikum in der jüngeren Eisenzeit. Stockholm, 1929. 185 S.

125. Nerman B.
Grobin-Seeburg. Stockholm, 1958. 200 S.

126. Neumann B.
Die ältesten Verfahren der Erzeugung technischen Eisens. Berlin, 1954, S. 60—65.

127. Nomals P.
Sārnates purvrūda. — «Ekonomists», 1933, Nr. 24. Atsevišķs novilkums uz 14 lpp.

128. Nosek E., Mazur A.
Od rudy do noża. — «Materiały Archeologiczne», Warszawa, 1966, Nr. 7, s. 19—38.

129. Ostapenko N., Kirilovs N.
Materiālu mācība. Rīga, LVI, 1954. 232 lpp.

130. Petersen J.
De norske vikingesvaerd. Kristiania, 1919.

131. Pfuhl E.
Die Russia-Fahrradwerke und Automobilfabrik von A. Leutner und Ko. Beiträge... [21], S. 55—60.

132. Piaskowski J.
Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich (I—IV w. n. e.). — «Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa», t. 6, s. 9—85.

133. Pleiner R.
Das Eisenhüttenwesen bei den Slaven im frühen Mittelalter. — In: Vita pro ferro. Festschrift für Robert Durer. Schaffhausen, 1965, S. 135—162.

134. Pleiner R.
Die Eisenverhüttung in der «Germania Magna» zur römischen Kaiserzeit. — «Bericht der Römisch-Germanischen Kommission», Berlin, 1965, Nr. 45, S. 12—86.

135. Pleiner R.
Staré evropské kovářství. Praha, 1962. 332 s.

136. Radwan M.
Rudy, kuźnice i huty żelaza w Polsce. Warszawa, 1963. 270 s.

137. Rapp W., Pasternak M.
Die Giesserei und ihre Technik. Leipzig, 1955. 163 S.

138. Richter A.
Rigasches Adressbuch. Riga, 1909.

139. Richter A.
Baltische Verkehrs- und Adressbücher, Bd. 1. Livland. Riga, 1909.

140. Richter A.
Baltische Verkehrs- und Adressbücher, Bd. 2. Kurland. Riga, 1912.

141. Riekstiņš H.
Ierakstu zobeni Talsu Vilkmuižas ezera atradumos. — Grām.: Pagātne un tagadne. Rīga, 1936, 71.—81. lpp.

142.
Riga als geeigneter Platz für das Bassemerstahlwerk. — «Rigasche Industrie-Zeitung», 1882, 2. Juli.

143.
Rigaer Handels-Archiv im Jahre 1915. Riga, 1915. 590 S.

144.
Rigaer Jubiläums-Ausstellung für Industrie und Gewerbe 1901. 1. Auflage. Riga, 1901, S. 108—120.

145.
Riga und seine Bauten. Riga, 1903. 458 S.

146.
«Rigasche Industrie-Zeitung», 1893, S. 158.

147.
«Rigasche Industrie-Zeitung», 1900, S. 221.

148.
Rigasches Adressbuch. Riga, 1914. 1276 S.

149.
Rīgas Politehniskā institūta Metālu tehnoloģijas katedras materiāli.

150.
Rīgas vēstures un kuģniecības muzeja fondi.

151. Ropp A.
Das zünftige Handwerk in Mitau zu herzöglicher Zeit (1562—1795). Freiburg i. Br., 1913. 162 S.

152. Rosenkranz L.
Beiträge zur Entstehungs- und Handelsgeschichte, 1. Liepāja, 1935. [Manuskripts atrodas Liepājas Vēstures un mākslas muzejā.]

153. S. A.
Eine Reise durch Kurland im J. 1661. — «Baltische Monatsschrift», Riga, 1911, Bd. 71.

154.
Salaspils. Rīga, 1908. 15 lpp.

155. Salin E.
La civilisation mérovingienne. Paris, 1957.

156. Salnais V., Baltais J.
Latvijas amatniecība un rūpniecība 1935. gadā. Rīga, 1938. 401 lpp.

157. Salnais V., Maldups A.
Pilsētu apraksti, 3. Rīga, 1936. 192 lpp.

158. Scherwinsky M.
Die Rigaer Jubiläums-Ausstellung 1901 in Bild und Wort. Riga, 1902. 267 S.

159. Schmidt E.
Das herzögliche Hammerwerk zu Angern. — Baltischer historisch-geographischer Kalender. Riga, 1912, 10.

160. Schulz E. H.
Über die metallkundliche Untersuchung einiger römischer Schwertklingen. — In: Technische Beiträge zur Archäologie. Mainz, 1959, S. 46—64.

161. Seraphim E.
Livländische Geschichte, Bd. 3. 2. Auflage. Reval, 1904. 327 S.

162. Seraphim E. und A.
Aus der kurländischen Vergangenheit in Bildern und Gestalten des siebzehnten Jahrhunderts. Stuttgart, 1893. 335 S.

163. Seraphim E. und A.
Aus Kurlands herzöglicher Zeit. Mitau, 1892.

164.
Sitzungsberichte der Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde, 1903. Riga, 1904. S. 202—204.

165.
Sitzungsberichte der kurländischen Gesellschaft für Literatur un Kunst. Mitau: a) 1872 J. (S. 6), b) 1889 J. (S. 16—19), c) 1893 J. (S. 59).

166. Sivers J.
Smilten. Riga, 1872. 64 S.

167. Skromanis D.
RVR — revolucionāru cietoksnis. Rīga, LVI, 1961. 192 lpp.

168. Spinga L.
Vēl labākas perspektīvas. — «Cīņa», 1974, 21. jūlijā.

169. «Stahl und Eisen»: a) 1907 J. (S. 1655), b) J. 1973 (Hf. 3).

170. Stepiņš P.
Durbes kauja 1260. gadā. Rīga, «Zvaigzne», 1967. 32 lpp.

171. Stieda W., Mettig C.
Schragen der Gilden und Aemter der Stadt Riga bis 1621. Riga, 1896. 760 S.

172. Straubergs J.
Rīgas vēsture. Rīga, 1936. 491 lpp.

173. Straubergs J.
Vecā Rīga. Rīga, LVI, 1951. 99 lpp.

174. Stubavs A.
Amatniecība VI—VIII gs. pēc arheoloģiskiem izrakumiem Ķentes pilskalnā un apmetnē. — «Arheoloģija un etnogrāfija», Rīga, 1957, Nr. 1, 21.—43. lpp.

175. Šnore E.
Asotes pilskalna krāsnis. — «Arheoloģija un etnogrāfija», Rīga, 1957, Nr. 1, 15., 18., 19. lpp.

176. Šnore E.
Dignājas pilskalns. — «Senatne un Māksla», 1939, Nr. 4, 46.—64. lpp.

177. Šīrants R.
Rīgas vēstures un kuģniecības muzeja ieroču kolekcija. Rīga, 1971. 95 lpp.

178. Šturms E.
Atradumi Vilkmuižas ezerā. — «Senatne un Māksla», 1936, Nr. 2, 72.—86. lpp.

179. Šturms E.
Kuršu zobeni. — «Senatne un Māksla», 1936, Nr. 4, 106.—116. lpp.

180. Tallgren A. M.
Zur Archäologie Eestis, Bd. 2. Dorpat, 1925. 204 S.

181. Taube G.
Industrielle Anlagen. — In: Riga und seine Bauten, 1903.

182.
Vadonis pa Daugavpili. Daugavpils, 1936. 150 lpp.

183. Vētra K.
Abavas krastos. Rīga, LVI, 1959. 124 lpp.

184. Vētra K.
Vidzemes augstienē. Rīga, LVI, 1957. 132 lpp.

185. Vilsone M.
Arheoloģiskie izrakumi Rīgā 1959. gadā. — Referātu tēzes zinātniskai sesijai par 1959. gada arheoloģiskām un etnogrāfiskām ekspedīcijām. Rīga, Latv. PSR ZA izd-ba, 1960, 12.—13. lpp.

186. Vilsone M.
Arheoloģiskie izrakumi Rīgā Alberta laukumā. — Referātu tēzes zinātniskai sesijai par 1961. gada arheoloģiskām un etnogrāfiskām ekspedīcijām. Rīga, Latv. PSR ZA izd-ba, 1962, 17. lpp.

187. Volkaitė-Kulikauskienė R.
Lietuviai IX—XII amžiais. Vilnius, «Mintis», 1970, 296 p.

188. Wegeli R.

Inschriften auf mittelalterlichen Schwertklingen. — «Zeitschrift für historische Waffenkunde», Dresden, 1902—1905, S. 177—183, 219—225 u. a.

189. Weygand J.

Gründliche Nachricht von dem Hochfürstl. Curländischen Eisenwerk in Angern. — In: Kanold's Samml f. Natur-Gesch., Supplem. III, IV. Budissin 1728/1729, S. 34—37, 63—64.

190. Wittmoser A.

Einige Untersuchungen an historischen Gusseisenrohren. — «Giesserei», 1957, Nr. 20, S. 557—563.

191. Ziegenhorn Ch.

Staatsrecht der Herzogthümer Curland und Semgallen. Königsberg, 1772. 328 S.

192.

Ziemeļu-vakaru metalurģiskās, mehāniskās un kuģu būvētavas fabrikas akciju sabiedrības prospekts par ražojumiem. Liepāja, 1925. 32 lpp.

193. Urey J.

Een aantel vroeg-middeleeuwse zwaarden uit Nederlandse musea. — «Berichten van de Rijksdienst voor het oudheidkundig bodemonderzoek», Marienhof, 1960/61, 10/11, s. 368—394.

194. Агрикола Г.

О горном деле и металлургии. М., Изд-во АН СССР, 1962. 599 с.

195. Аделунг Ф.

Барон Мейерберг и путешествие его по России. СПб., 1827. 372 с.

196. Андреев И.

Черная металлургия — древнейшая в мире. — В кн.: Африка еще не открыта. М., «Мысль», 1963, с. 93—147.

197. Антейн А. К.

Дамасская сталь в странах бассейна Балтийского моря. Рига, «Зинатне», 1973. 140 с.

198. Антейн А. К.

К истории применения печей для производства черных металлов в Латвии. — «Из истории техники Латвийской ССР», Рига, 1964, вып. 5, с. 65—81.

199. Антейн А. К.

Металл древних железных и чугунных пушек (до XVIII в.) — «Из истории техники Латвийской ССР», Рига, 1960, вып. 2, с. 5—31.

200. Арендт В. В.

О технике древнего клинкового производства. — «Архив истории науки и техники», М.—Л., 1936, вып. 8, с. 161—189.

201. Бакланов Н. Б.

Техника металлургического производства XVIII века на Урале. М.—Л., Огиз, 1935. 324 с.

202. Бакланов Н. Б. и др.

Тульские и каширские заводы в XVII в. М.—Л., Соцэкгиз, 1934. 160 с.

203. Бакулев Г. Д.

Черная металлургия юга России. М., Металлургиздат, 1953. 248 с.

204. Ванкина Л. В., Уртан В. А.

Латвия в древности. Путеводитель по экспозиции Музея истории Латвийской ССР. Рига, (1967. 104 с. Музей истории ЛатвССР).

205. Белькинд Л. Д. и др.

История техники. М.—Л., Госэнергоиздат, 1953. 491 с.

206.

Большая Советская Энциклопедия, изд. 2-е: а) т. 15 (Доменное производство); б) т. 15 (Железный век); в) т. 16 (Железо самородное); г) т. 21 (Клещи); д) т. 29 (Напильник).

207. Веймарн Ф.

Лифляндская губерния. СПб., 1864. 707 с. (Материалы для географии и статистики России).

208. Винниченко П. Г.

Из истории развития производства стального литья в Латвии. — «Из истории техники Латвийской ССР», Рига, 1964, вып. 5, с. 55—64.

209. Винниченко П. Г.

Самый старший цех. — «Вагоностроитель», 1970, № 14, с. 2.

210. Винниченко П. Г.

Состояние и перспективы развития производства литья для электроподвижного состава. — В кн.: Материалы конференции по литейному производству. Рига, 1959, с. 122—129. (Респ. дом науч.-техн. пропаганды).

211.

Вся Рига за 1914 г. Рига, 1914.

212. Граудонис Я.

Латвия в эпоху поздней бронзы и раннего железа. Рига, «Зинатне», 1967. 166 с.

213. Грубе А. Э.

Станки и инструменты по деревообработке. В 2-х т. Т. 2. М.—Л., Гослесбумиздат, 1949. 700 с.

214. Грум-Гржимайло В. Е.

Собрание трудов. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949. 248 с.

215. Иванов А. И.

Первый автомобильный завод в России. — «Из истории техники Латвийской ССР», Рига, 1960, вып. 2, с. 59—72.

216.
История культуры Древней Руси. В 2-х т. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1952. 484 с.

217. **Кемп Д. М., Френсис К. Б.**
Производство и обработка стали. В 3-х т. Т. 1. М., Металлургиздат, 1945. 736 с.

218. **Кирпичников А. Н.**
Древнерусское оружие, 1. М.—Л., «Наука», 1966. 178 с.

219. **Кирпичников А. Н.**
Надписи и знаки на клинках восточноевропейских мечей IX—XIII вв. — В кн.: Скандинавский сборник, 11. Таллин, «Ээсти раамат», 1966, с. 249—297.

220. **Колчин Б. А.**
Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси. М., Изд-во АН СССР, 1953. 260 с.

221. **Комогорцев И. И.**
Очерки истории черной металлургии Восточной Сибири (дооктябрьский период). Новосибирск, Изд-во АН СССР, Сиб. отд-ние, 1965. 216 с.

222. **Коса Ю.**
Совершенствование технологии производства на заводе «Ригасельмаш». — Труды конф. по механизации техн. процессов, Рига, 1957, с. 170—181. (Гос. науч.-техн. ком.)

223. **Кронитис Р. А.**
Развитие локомотивного парка железных дорог Латвии. — «Из истории техники Латвийской ССР», 4. Рига, Изд-во АН ЛатвССР, 1962, с. 39—66.

224. **Кулибин Н. Л.**
Металлургия. Лекции. СПб., 1877. 404 с.

225. **Кулибин С.**
Сборник статистических сведений о горнозаводской промышленности России в 1891 заводском году. СПб., 1893. 311 с.

226. **Лебедев Б. Г.**
Введение в металлургию чугуна и стали. М., Металлургиздат, 1951. 334 с.

227. **Любомиров П. Г.**
Очерки по истории русской промышленности XVII, XVIII и начала XIX века. М.—Л., Госполитиздат, 1947. 763 с.

228.
Машиностроение. Энц. справочник, т. 6. М., Гос. научно-техн. изд-во машиностр. лит-ры, 1948. 548 с.

229.
Нукшинский могильник. Под ред. Э. Д. Шноре и Т. Я. Зейда. Рига, Изд-во АН ЛатвССР, 1957. 148 с.

230.
Очерки экономической истории Латвии (1900—1917). Рига, «Зинатне», 1968. 348 с.

231. **Пантелеев В. Н.**
Вопросы экономики литейного производства. — Труды конф. по автом. и механ. технологических процессов. Рига, 1957, с. 111—115. (Гос. науч.-техн. ком.)

232.
Перечень фирм в Риге на 1890—1915 гг. Изд-ние Торгово-ремесленной комиссии рижского городского управления.

233. **Перси Д.**
Руководство в металлургии. В 2-х т. Т. 2. СПб., 1869.

234. **Пешков И.**
Как рождается сталь. М., Детгиз, 1955. 168 с.

235. **Пешков Е.**
Пособие по практическим занятиям в слесарных мастерских втузов. М., «Советская наука», 1947. 55 с.

236. **Поле Р.**
Акционерное общество Машиностроительного, чугунолитейного и котельного завода «Рихард Поле». Каталог. Рига. [Б. г.] 228 с.

237. **Попов И.**
Сборник статистических сведений о горнозаводской промышленности в России в 1901 и в 1902 гг. СПб., 1904.

238. **Ройтбург Л. Н.**
Развитие черной металлургии СССР. М., Металлургиздат, 1956. 126 с.

239. **Рубцов Н. И.**
История литейного производства в СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947. 276 с.

240. **Рыбаков Б. А.**
Ремесло Древней Руси. М., Изд-во АН СССР, 1948. 792 с.

241. **Садаускайте И. Б.**
К происхождению и хронологии меча с орнаментированным клинком, найденного в Саргенай. — «Труды АН ЛитССР. Серия А », 1963, 1/4.

242. **Саппат П. С.**
О строительстве пятитонной мартеновской печи на заводе «Феникс». — «Из истории техники Латвийской ССР», Рига, 1960, вып. 2, с. 101—104.

243.
Справочный указатель фабрик и заводов в Курляндской губернии в 1887 г. Митава, 1889. 311 с.

244. **Станкус И.**
История технологии производства железных изделий на территории Литвы во II—XIII вв. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. ист. наук. Вильнюс, 1971. 32 с.

245. **Стародубский Л. В.**
Упадок фабрично-заводской промышленности в буржуазной Латвии. Рига, Изд-во АН ЛатвССР, 1952. 233 с.

246. Степанов Н. Н.

Промышленность и торговля в Курляндской губернии. Митава, 1913. 380 с.

247. Струмилин С. Г.

История черной металлургии СССР. В 2-х т. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1954. 534 с.

248. Суворин А. С.

Вся Россия на 1897 год. СПб. 5570 с.

249.

Технология литейного производства. Под ред. Л. М. Мариенбаха. В 2-х т. Т. 1. М., Машгиз, 1946. 487 с.

250.

Технология металлов. Изд. 3-е. Под ред. Н. Дубинина. М., Машгиз, 1957. 564 с.

251. Фельзер и Ко.

Каталог Чугунолитейного, машиностроительного и котельного завода «Фельзер и Ко» в Риге. Рига, 1882. 44 с.

252.

Центральное статистическое управление ЛатвССР. Промышленная продукция Латвийской ССР, 1940—1966 гг. Рига. Латвийское отделение изд-ва «Статистика», 1967. 96 с.

253.

Центральное статистическое управление ЛатвССР. Народное хозяйство Латвийской ССР в 1973 г. Рига, «Лиесма», 1974. 590 с.

254. Чернышев Н. А.

О технике и происхождении «франкских» мечей, найденных на Днепрострое в 1928 году. — «Скандинавский сборник», Таллин, 1963, вып. 6, с. 211—226.

255. Шаймуханов Д. А.

Черная металлургия (Казахстана). Алма-Ата, «Казахстан», 1966. 214 с.

256. Шаповал И. М., Винниченко П. Г.

К истории развития вальцелитейного производства. — «Из истории техники Латвийской ССР», Рига, 1962, вып. 4, с. 137—146.

257. Шноре Э. Д.

Асотское городище. Рига, Изд-во АН Латв. ССР, 1961. 236 с.

258. Эзеринь П. А.

Задачи и перспективы развития литейного производства на предприятиях Совета народного хозяйства Латвийской ССР. — В кн.: Материалы конференции по литейному производству. Рига, 1959, с. 4—16. (Респ. Дом науч.-техн. пропаганды).

259. Элинзон М. П.

Шлаки как заполнитель для легких бетонов. Металлургические шлаки. М., Госстройиздат, 1959. 196 с.

260. Яковлев В. В.

Развитие способов производства сварочного железа в России. М., Изд-во АН СССР, 1960. 220 с.

ЧЕРНЫЙ МЕТАЛЛ В ЛАТВИИ

Первая глава

ПЕРИОД ДО НАЧАЛА XIII В.

Основным материалом для написания первой части книги послужили данные анализа 605 различных изделий (43 вида) из железа и стали. Менее многочисленны другие относящиеся к теме археологические находки: сыродутные печи или их остатки, куски древесного угля и болотной руды, футеровка печи.

В древней Латвии первые железные изделия появились в конце VI—начале V в. до н. э. Железа в то время было очень мало, оно шло преимущественно на изготовление мелких изделий: перстней, булавок, иногда небольших топоров и т. п. Исследование микроструктуры одного втульчатого топора (рис. 1, *3* и I*) свидетельствует о том, что топор сделан из железа с незначительным содержанием углерода (до 0,1%); надо полагать, что металл был привозным (содержит небольшое количество шлаковых включений).

Обработка и производство железа развивались медленно. Сначала обрабатывали привозной металл, потом научились добывать железо из местной болотной руды.

В начале нашей эры потребление железа значительно увеличилось. Оно становится незаменимым в разных отраслях хозяйства, из него изготовляют разнообразные топоры, ножи, наконечники копий и др. Каменные и бронзовые орудия полностью вытесняются железными.

На первых порах обработка металлов не была еще ремеслом, ею занимались наряду с земледелием и скотоводством. Местные изделия отличались некоторыми особенностями изготовления, их внешний вид свидетельствовал об известных навыках в кузнечном деле.

Изделия, найденные в Мазкатужском могильнике (рис. 2), свидетельствуют о том, что в III в. использовали местный металл, умели выполнять различные работы по ковке и сварке, производить цементацию, закалку и отпуск, правильно подбирать металл с учетом функции изделия или его части.

В период V—IX вв. ремесло все больше становилось делом мастеров, выделившихся из общин, однако производство продолжало носить индивидуальный характер. Особенно быстро развивались кузнечное ремесло

* Римскими цифрами обозначены рисунки, помещенные на вкладке.

и изготовление металлических украшений. Постепенно увеличилось количество железных и стальных изделий, их формы стали более совершенными. У куршей, например, косы стали длиннее, вместо втульчатых топоров появились проушные, появился своеобразный длинный боевой нож куршского типа и т. д.

Инвентарь кладов в Кокмуйже (рис. 9 и 10) наглядно показывает, что в V в. там была большая кузница. Обнаруженные крицы (рис. 54, 55 и XXX) и куски железного шлака свидетельствуют о том, что металл производили на месте, используя, видимо, местную болотную руду. Металл криц сравнительно однороден и содержит 0,7—1,0% углерода, что соответствует содержанию углерода в современной инструментальной стали. Из такой стали делали наконечники копий, топоры, мечи и другое режущее оружие; все это и составляет основную массу обнаруженных изделий. Для их изготовления иногда использовалось и железо. Металл исследованных фрагментов имеет одинаковый состав. По особой технологии изготовлялась вершина лезвия режущих орудий: ее делали из чередующихся слоев хрупкого и пластичного мягкого металла.

Археологические раскопки городища Кентескалнс и результаты изучения многих предметов (рис. 12 и др.), найденных там, показали, что здесь в VI—VIII вв. умели превращать болотную руду в железо, из которого получали сталь с различным содержанием углерода; умели ковать, сваривать, термически обрабатывать железо и сталь; при обработке металла пользовались напильником; изготовляли различные изделия, например ножи, топоры, серпы, наконечники копий и др.

Период X—XII вв. характеризуется бурным развитием феодализма. В это время на территории Латвии появляются большие и многолюдные городища, бóльшая часть населения которых занималась ремеслом, в том числе и обработкой металлов.

О развитии и объеме обработки черных металлов свидетельствуют не только найденные шлаки железа, остатки сыродутных печей и местные изделия, но и то, что эти изделия попадали за пределы территории Латвии. Все более совершенствовалась форма изделий (например, вместо узколезвийного топора появился широколезвийный) и значительно увеличился их ассортимент.

Сталь ценилась дороже, чем железо, и шла главным образом на изготовление рабочих частей высококачественных железных изделий. Наварные лезвия делали из лучшей высокоуглеродистой стали. Обычно лезвия подвергались термической обработке. Применялась также цементация железа и стали. Мелкие изделия (например, гвозди, подковы, шпоры и др.) изготовлялись из неоднородного железа (в отдельных местах содержание углерода составляет 0,2—0,3%) с большим количеством шлаковых включений. Железо обычно содержало больше шлаковых включений, чем сталь. Спектральный анализ многих изделий показал, что железо и сталь по химическому составу являются довольно чистыми металлами; они содержат очень небольшие количества посторонних примесей.

Древний черный металл Латвии не содержит ни одного из семи легирующих элементов (никель, молибден, хром, ванадий, кобальт, титан, вольфрам) или содержит следы никеля (около 0,01—0,02%).

Известные нам крицы (рис. 54, 56, 57 и др.) имеют вес от 0,17 до 1,45 кг. Они найдены в Кокмуйже (3 шт.; V в.), на городище Кентескалнс (1 шт.; VI—VIII вв.), на городище Тервете (1 шт.; XIII в.) и в других местах (всего 9 экз.). Содержание углерода в крицах неодинаково,

например, в крице из Кокмуйжи (рис. 54) 0,7—1,0%, из Кентескалнса (рис. 56) 0—0,9%, из Тервете (рис. 57) 0—1,2% и т. д.

Из найденных на территории Латвии мечей более тщательному исследованию было подвергнуто 94 меча. Их можно подразделить на 6 групп.

К первой группе относятся 7 самых древних мечей (VI—X вв.), клинки которых изготовлены из дамасской стали (рис. 60). Существует два рода мечей из дамасской стали: 1) такие, средняя часть которых по всей толщине состоит из дамасской стали (рис. 60, *1*); 2) такие, у которых полоса дамасской стали представляет собой лишь слой, наваренный на основной металл клинка поверх дола (рис. 60, *4*). Первые мечи старше вторых. Эти мечи завезены в Латвию из Прирейнской области, с территории франков.

Ко второй группе принадлежат 13 мечей VIII—XI вв. На их клинках имеются надписи, выполненные инкрустацией из дамасской стали (рис. 61); 7 мечей с надписью ULFBERHT, 1 меч — EEEBRHT, 2 — без букв и 3 — с неясной надписью. Они тоже завезены из Прирейнской области.

К третьей группе принадлежат 20 мечей XI—XIII вв. с инкрустированными надписями из железных прутиков (рис. 62). Буквы на ранних мечах более высокие (более широкий дол), на поздних же мечах буквы более низкие (узкий дол). 15 мечей имеют в надписях крестики. Несколько клинков были изготовлены около 1200 г. мастером Гицелином (Этцелином) (рис. 62, *5, 6*).

Клинки всех мечей этой группы являются привозными; по-видимому, как и предыдущие, в Латвию они попали с территории франков; рукоятки их изготовлены местными мастерами.

Четвертую группу (14 экз.) представляют мечи с надписями, выполненными из цветных металлов (рис. 63). Они относятся главным образом к XI в., но бытовали и позже. 5 мечей имеют надпись из серебра, 9 — из меди или ее сплавов. Эти мечи также являются привозными.

К пятой группе (34 экз.) принадлежат мечи с выгравированными надписями или такие мечи, которые уже утратили кусочки цветной проволоки, когда-то образовывавшие инкрустированную надпись (рис. 64). Несколько мечей этой группы имеют надписи религиозного содержания, на прочих можно рассмотреть лишь фрагментарные начертания: буквы, кресты, кружки, бусинки, синусоидообразные линии и др. Только несколько клинков этой группы могут быть изделиями местных мастеров (например, украшенные синусоидой, кружками, бусинками, фигурой в виде кузнечных клещей и др.); преобладающее же большинство мечей являются привозными.

К шестой группе отнесены 6 мечей без надписи (кроме них в Латвии найдено еще около 105 мечей или фрагментов мечей без надписи).

По структурным схемам можно реконструировать технологию производства клинков мечей.

1. Клинок в части дола изготовлен из дамасской стали (рис. 60, *1*).
2. Клинок с полосой дамасской стали, наваренной поверх дола (рис. 60, *4*).
3. Клинок состоит из трех слоев: средний из железа, крайние из стали (рис. 61, *9а*).
4. Клинок состоит из трех слоев: средний из стали, крайние из железа или малоуглеродистой стали (рис. 63, *5*).
5. Клинок состоит из двух слоев с разным содержанием углерода (рис. 61, *10в*).

6. Клинок изготовлен из железа с цементированной вершиной лезвия — меч из оз. Вилкмуйжас.

7. Клинок изготовлен из стали (рис. XXXIII, *3*).

Несколько клинков сохранили структуру закаленного металла: видны мартенсит, троостит и сорбит (рис. XXXIII, *3, 6*), в отдельных случаях, помимо упомянутых, еще и феррит (неполная закалка) (рис. XXXIII, *5*).

Металл клинков 8 мечей содержит больше никеля (0,06—0,2%), чем металл местных изделий (см. табл. 1). Все эти клинки являются привозными. К местным можно отнести клинки, отмеченные в таблице 1 звездочкой.

Дамасская сталь клинков состоит из железа и стали с содержанием углерода 0,2—0,3% (см. микроструктуру на рис. XXXIII, *1, 2*), причем стальные полосы обычно содержат повышенное количество фосфора (рис. XXXIII, 7). Во многих случаях железо в полосках надписей на мечах (рис. 62) содержит повышенное количество фосфора.

Наконечники копий с пером из дамасской стали по технологии получения узора и, следовательно, по его виду на пере (рис. 65) можно разделить на 17 групп. Из них в Прибалтике встречаются 13, а в Латвии — 12 групп: I — по обе стороны от оси симметрии пера проходит тонкая полоса (71 шт.; рис. 66); II — с каждой стороны от оси симметрии по две тонкие полосы (12 шт.; рис. 67); III — перо состоит из перегнутых на вершине пера полос (1 шт.; рис. 68); IV — с каждой стороны от оси симметрии полоса с зубчатым краем (36 шт.; рис. 69); V — с каждой стороны по полосе с зубчатым краем и по тонкой полосе (45 шт.; рис. 70); VI — с каждой стороны по полосе с зубчатым краем и по две тонкие полосы (2 шт.; рис. 71); VII — по середине пера расположена угловая полоса (4 шт.; рис. 72); VIII — с каждой стороны от оси симметрии крученая полоса (18 шт.; рис. 74); IX — с каждой стороны по две крученые полосы (1 шт.; рис. 75); X — с каждой стороны по две крученые полосы, разделенные тонкой полосой (в Латвии пока не найден); XI — с каждой стороны по полосе с зубчатым краем и крученой полосе (71 шт.; рис. 76); XII — с каждой стороны от оси симметрии по две крученые полосы и по полосе с зубчатым краем (5 шт.; рис. 77); XIII — асимметричный узор (1 шт.).

Тонкие полосы и полосы с зубчатым краем в пере главным образом состоят из чистого железа с примесью фосфора (рис. XXXIV, *3*). Крученая полоса состоит из железа и малоуглеродистой (0,1—0,3%) стали и содержит от 3 до 11 стальных пластинок (рис. XXXIV, *5*). Режущие части, сделанные из железа, — низкого качества, лучшие — из стали с содержанием углерода 0,4—0,6% С (рис. XXXIV, *6*); самое лучшее качество имеют лезвия, выполненные из стали с содержанием углерода 0,7—0,9% и закаленные на мартенсит и троостит (рис. XXXIV, *7, 8*).

Типологически копья условно разделены на восемь групп.

1. Древнейшие наконечники (5 шт.; рис. 68 и 72). Относятся к периоду до X в. Кроме одного (рис. 68), они сделаны на территории древних франков.

2. Наконечники копий с посеребренными втулками (15 шт.; рис. 74, 75, 76, *1*, 77, *1*, 78). Изготовлены в первой половине XI в. и завезены с о. Готланд.

3. Наконечники копий, подобные наконечникам с посеребренными втулками (61 шт.). Металл и технология изготовления те же, что и у наконечников с посеребренными втулками.

4. Пасилциемские наконечники копий (69 шт.; рис. 69, *1*, 70, *2*, 76, *5*

и др.). Многие из наконечников этой группы — привозные, но есть и изделия местных мастеров. Они датированы XI—XIII вв.

5. Куршские наконечники копий (52 шт.; рис. 66, *2*, 67, 69, *3* и др.). Эти наконечники датированы XI—XIII вв. Многие из них сделаны куршскими мастерами.

6. Латгальские наконечники копий (19 шт.; рис. 76, *3*). Они датированы XII—XIII вв. Многие наконечники этой группы изготовлены местными мастерами (особенно относящиеся по типу узора к IV группе).

7. Мелкие группы наконечников (26 шт.; рис. 66, *1*, 69, *2*, 70, *1* и др.). Датированы XI—XIV вв.

8. Фрагментарные наконечники копий (20 шт.).

Был проделан спектральный анализ 89 наконечников. Из них в 27 экземплярах не обнаружено ни одного из семи легирующих элементов, в 28 найдены следы никеля (до 0,02—0,05%), 34 наконечника содержат более 0,1% никеля (табл. 2). Надо отметить, что количество никеля в разных местах пера, как правило, не одинаково. Так, например, для одного наконечника из Айзкраукле получены результаты 0,16, 0,19 и 0,26%, для другого — 0,11, 0,13 и 0,40% и т. д. Несомненно, что такая неоднородность содержания никеля в металле затрудняет определение центра изготовления изделия. Однако представляется, что наконечники копий, которые не содержат никеля или в которых есть лишь следы никеля, могут быть работой местных мастеров.

На территории Латвии источником железа могла быть только болотная руда. Известно 80 небольших месторождений болотных руд. Содержание железа в руде часто колеблется от 49 до 56% (образец, найденный в Риге на площади Альберта, содержит 36,4% Fe).

В качестве топлива при выплавке железа из руды применялся древесный уголь. Исследование двух образцов древесного угля, сохранившихся в шлаке, показало, что уголь получен из древесины сосны и лиственных деревьев.

В 1961—1962 гг. на поселении Спиетыни близ Селпилса вскрыто 5 сыродутных печей, из них 3 сравнительно хорошей сохранности и 2 полностью разрушенных (относятся к II/III—IV/V вв., но не позже VII—VIII вв.). На рис. 84 показана одна печь с внутренним диаметром шахты 20—25 см.

На городище Асоте в 1951 г. археологи обнаружили наземную сыродутную печь (рис. 86). Она датируется X в. Печь сооружена из глины, с круглой шахтой, внутренний ее диаметр — около 0,3 м. Печь, найденная в Риге, сохранилась значительно хуже (рис. 85). Датируется печь примерно XII—XIII вв. Можно предполагать, что она принадлежала древним ливам.

Остатки печей обнаружены еще на нескольких городищах и в селищах около них, например в Даугмале, Дигнае, Олинькалнсе, Кентескалнсе, Танискалнсе и др.

Много шлака найдено в Спиетыни (около 1,5 т), в Дигнае (около 1 м³), в Кентескалнсе (несколько сотен кусков) и в других местах. Химический анализ 9 проб шлака (взяты на городищах) показал, что это сыродутные кислые шлаки обычного состава: они содержат много кремнезема (7,54—50,44%) и железа (до 58,8%).

Технический уровень добычи и обработки черных металлов и изготовления изделий в X—XIII вв. в Латвии был относительно высоким и соответствовал приблизительно уровню древней Руси.

Вторая глава

ПЕРИОД С XIII—XIV ВВ. ДО НАЧАЛА XVIII В.

По вопросам производства и обработки черных металлов на территории Латвии в период с XIII—XIV до начала XVIII в. существует больше опубликованных и архивных материалов, чем о металлургии и металлообработке древней Латвии. В то же время изделий этого периода сохранилось немного и они не обладают какими-либо местными особенностями. Всего изучено 138 предметов 20 видов. Среди них первое место (в количественном отношении) занимают чугунные отливки. Произведен химический анализ сырья и отходов производства чугуна (железная руда, известняк, шлак, древесный уголь).

В результате завоевания Латвии немецкими феодалами в XIII в. производство черных металлов и их обработка местным населением постепенно совершенно прекратились, сделавшись монополией немецких феодалов и ремесленников. Уже в 1226 г. магистр Ордена меченосцев Фольквин первым получил от германского императора Фридриха II право устраивать на территории Ливонии всякого рода рудники. Это право было закреплено в 1530 г. за магистром Ливонского ордена Плеттенбергом, затем, последовательно, магистром Галеном, Готардом Кеттлером и его наследниками.

В XIII—XV вв. в Ливонии выросли типичные средневековые города, среди которых особое значение приобрела Рига. Рижские кузнецы работали главным образом для удовлетворения потребностей горожан. Их дома и мастерские находились на ул. Калею (Кузнечной), за каменной городской стеной.

Рижские бюргеры были организованы в гильдии и цехи. На первых порах в гильдии принимали без учета профессиональных различий, но в 1352 г. рижские ремесленники объединились в свою особую гильдию — Малую. Члены Малой гильдии были организованы по цехам. Первый устав (шрага) кузнечного цеха был утвержден в 1382 г. В кузнечный цех входили также слесари, ножовщики, медники и оружейники. Для получения звания мастера подмастерья должны были изготовить так называемый «шедевр» — пробную работу. В 1593 г. из кузнечного цеха выделились слесари, в 1668 г. — кузнецы, изготовлявшие ножи и сабли, медники и литейщики. В XVII и XVIII вв. в Риге различными кузнечными работами было занято 68 мастеров, не считая подмастерьев и учеников. В XVII и XVIII вв. в Риге существовал особый «ненемецкий» кузнечный цех. Вначале кузнецы, очевидно, использовали железо из местной болотной руды, а позднее стали обрабатывать импортное железо.

В других городах Латвии (за исключением, пожалуй, Елгавы в XVII в.) кузнецов было мало. Сельские кузнецы, главным образом латыши, были подчинены феодалам. На службе у комтуров и фогтов находились и пушечные мастера. Железо получали, вероятно, вначале в сыродутных печах. Часть его шла на продажу, но с 1532 г. местному населению было запрещено торговать железом. Железо было дефицитным материалом.

Места, где получали и обрабатывали железо, в Латвии часто носили названия, образованные от слова dzelzs — железо, например «Дзелзсамуры» (железные молоты). Такое название отмечено уже в 1561 г.

(у речки Лауците при впадении ее в Даугаву). В небольших размерах железо изготовляли и обрабатывали там же, где и медь. В XVII в. получили распространение мануфактуры. К ним относились первая видземская железоделательная мануфактура в Саласпилсе и целый ряд курземских.

В 1654 г. рижский предприниматель Рademахер построил в Саласпилсе железо- и меделитейную мануфактуру, где работало 30 мастеров и около 100 солдат. В результате войны России со шведами после 1658 г. объем работ на мануфактуре значительно сократился.

В Курляндском герцогстве в 1596 г. начал работу железоделательный завод в Турлаве, где отливали пушки, ковали гвозди, причем для этого использовалась как привозная, так и местная (болотная) железная руда.

В правление герцога Якова (1642—1682 гг.) в Курземе было основано 15 железоделательных заводов-мануфактур (в Вентспилсе, Турлаве, Скрунде, Талсы, Балдоне, Елгаве, Эмбурге, Биржи (близ Екабпилса), Эде, Ренде, Лутрини, Кабиле, Вецмуйже, Лиепае и Энгуре; рис. 90); еще три завода, принадлежавших герцогу Якову, работали в Норвегии (в Эйдсволле, Вике и Юльсруде). На этих 18 мануфактурах производили чугун, железо и сталь, отливали пушки и церковные колокола, ковали мушкеты, якоря, гвозди и др. Вместе с немецкими, шведскими и другими иностранными мастерами здесь работали и местные мастера, и крепостные крестьяне. Большое количество продукции с заводов герцога вывозилось в Голландию, Литву, Англию, Польшу и др.

Особенно большие железоделательные мануфактуры были в Балдоне, Биржи, Эде и Энгуре. В Балдоне максимальный объем продукции достигал 1400 берковцев чугуна в год, в Биржи, а также в Эде — 1800, в Энгуре — 600—700 берковцев. В Энгуре работала одна доменная печь, на мануфактурах Балдоне, Биржи и Эде — не менее трех в каждой. Есть сведения, что в начале XVIII в. в Энгуре доменная печь работала до 140 суток в году.

Из-за Северной войны, а также чумы, последовавшей за ней, в начале XVIII в. названные железоделательные мануфактуры работу прекратили. Лишь в Энгуре изготовление железа и чугуна продолжалось примерно до 1780 г.

В местах, где были расположены мануфактуры, — в Эде, Энгуре, в Дзелзсамуры около Балдоне и в Биржи — и сейчас можно обнаружить много кусков болотной руды. Анализ руды показал, что содержание железа в болотной руде колеблется от 30 до 45%, содержание фосфора равно 0,10—1,32%. Топливом служил древесный уголь; его получали из сосны и березы. В качестве флюсов использовали известняк. Для футеровки доменной печи применяли песчаник. В местах расположения всех курземских железоделательных мануфактур до настоящего времени на поверхности почвы находят различные шлаки (доменный, из кричных горнов, из литейной печи (вагранки) и, видимо, шлаки из сыродутных печей).

Изготовлявшиеся в этот период чугунные пушки имеют разный калибр (от 24 до 150 мм) и различную длину (от 0,45 до 3,45 м). Нами изучено 80 пушек. По химическому составу чугун многих из них похож на чугун из Вецмуйжи. Пушки отлиты преимущественно из феррито-перлитного чугуна и, реже, из ферритного или перлитного. В структуру чугуна основной части пушек в больших или меньших количествах входит стедит (рис. XXXV, XXXVI, XXXVII и др.).

Малое содержание углерода (2,08—3,52%) в металле 12 отливок (табл. 11) указывает на то, что это чугун второй плавки. Высокое содержание фосфора (1,45—1,8%) в вецмуйжском чугуне указывает на то, что для получения чугуна использовалась руда с большим количеством фосфора.

В Энгуре найдена чугунная чушка весом 48 кг (рис. 111). Структуру металла составляют феррит, перлит и графит, со следами стедита. Анализ фрагмента чугунной чушки из Энгуре показал, что содержание углерода в металле равно 4,0—8,9%. Структурно это перлит с очень большими включениями графита (рис. L).

Исследование структуры металла гранаты из Дзелзсамуры показало, что она изготовлена с отбеленной поверхностью — очевидно, была отлита в металлическую форму. По своей структуре чугун отбеленной части состоит из перлита, графита, цементита и стедита (НВ 321—401). Металлическая форма состояла из двух частей.

Пушечное ядро из Биржи (∅ 124) отлито из феррито-перлитного серого чугуна. Из такого чугуна отлито и ядро из Риги, состоящее из двух частей (рис. 109).

Структура металла якоря (рис. LI) характерна для кричного железа: феррит с большим количеством шлаковых включений.

Стволы пушек (рис. 112 и 113) изготовлены из железа, на них насажены кольца из малоуглеродистой стали (рис. XLV). Они могли быть изготовлены местными кузнецами из местного металла.

Третья глава

ПЕРИОД С НАЧАЛА XVIII В. ДО ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Материалом для написания этой части книги послужили как литературные источники, так и архивные материалы, касающиеся вопросов производства и обработки черных металлов на территории Латвии. Изучению подвергались лишь немногие изделия этого периода (всего около 66 предметов), так как они, как правило, не обладают какими-либо местными особенностями.

Включение Латвии в состав Российской империи имело большое прогрессивное значение. Появились новые стимулы развития сельского хозяйства и торговли, ускорился рост промышленности, особенно с конца XVIII в. С 30-х годов XIX в. капиталистическая фабрика начала вытеснять мануфактуру и ремесленное производство. Этот процесс закончился во второй трети XIX в. Решающую роль в производстве и обработке металлов стали играть городские фабрики. Особенно бурно эти отрасли развивались в промышленных портовых городах — Риге и Лиепае.

Наиболее старой железоделательной мануфактурой была уже ранее упоминавшаяся Энгурская мануфактура. В 1762 г. доменную печь и печь для производства стали перенесли на северную оконечность оз. Энгурес — в Угуньциемс. В 1780 г., когда для осушения окружающих земель уровень озера понизили, мануфактура прекратила свое существование.

В конце XIX и начале XX в. чугун, железо и сталь производили в двух местах, где раньше стояли железоделательные мануфактуры курляндского герцога: в Дзелзсамуры около Ренды и в Упесмуйже

около Кабиле. Такие мануфактуры были и около Смарде на р. Слоке, в Яунпагасты, Вирби, Скайсткалне, Ропажи, Розены, Яунанне, Смилтене, Палсмане и других местах (рис. 114). Некоторые из них имели доменную печь (Розены?, Смарде? и др.), вагранку (Упесмуйжа, Смарде и др.), кричный горн (Упесмуйжа и др.), кузнечный горн, сварочный горн (Ренда, Инчукалнс, Яунанна и др.). Железо обрабатывалось в сельских и городских кузницах.

В г. Риге наиболее крупными и старыми чугунолитейными предприятиями этого периода являются литейная на фабрике Ф. Грязнова (1785—1832 гг.), оборудованная вагранкой, и литейная Вермана (1832—1888 гг.) (см. рис. 116). К концу своего существования оба эти предприятия специализировались на машиностроении. В 1858 г. на двух из пяти существовавших металлообрабатывающих заводов (Вермана и Розенкранца) были чугунолитейни. Позже возникли новые аналогичные предприятия. К началу XX в. наметилось разделение металлургических и машиностроительных предприятий, причем на некоторых машиностроительных заводах были также свои литейные.

Металлургических заводов в 1909 г. было шесть: три из них специализировались на литье чугуна (завод Оствальда, основанный в 1888 г., Пиесиса — в 1901 г. и «Сириус» — в 1900 г.) и были оборудованы вагранками и пламенными печами, а три специализировались на производстве и литье стали. Старейшим из последних был Рижский сталелитейный завод (основан в 1898 г.), оборудованный тремя мартеновскими печами и малым бессемеровским конвертером и вагранками. Годом позже был основан завод инструментальной стали «Саламандра» с тигельными печами и мартеновской печью. На заводе «Феникс» было создано сталелитейное отделение с мартеновскими печами (в 1899 г.). В Риге большие чугунолитейни были на заводе «К. Фельзер и Ко» (около 3600 м²), на заводе Р. Мантеля (около 2500 м²), Р. Поле (около 1500 м²) и др. Около 1905 г. на этих заводах было не менее 60—70 вагранок производительностью главным образом 2—3 т в час (в отдельных случаях — до 10 т в час). Чугун плавили и на тигельных и пламенных печах емкостью 10 и 20 т. Для плавки стали были установлены 7 мартеновских печей емкостью 3—15 т, малый конвертер емкостью 0,6 т и 2 тигельные печи (в каждой печи 15—18 тиглей емкостью 25 кг). В Лиепае в числе наиболее старых предприятий, на которых были литейные с вагранками, можно назвать машиностроительный завод Э. Гармсена (действовал с середины XIX в. до 1871 г.), затем заводы Ронненфельда (60-е годы XIX в.), «Феникс» (с 1875 г.) и завод К. Струппа (1885 г.). На последнем был установлен малый бессемеровский конвертер для производства различных стальных отливок. В 1899 г. литейная этого завода сгорела (к этому времени предприятие перешло в руки акционерного общества «Везув»). При восстановлении ее там были установлены 3 малых бессемеровских конвертера общей мощностью 4 т и 2 вагранки. В 1908 г. там же была построена 5-тонная мартеновская печь.

Наиболее крупным металлургическим предприятием был основанный в 1882 г. завод «А. Беккер и Ко», дававший различную железную и стальную продукцию. Чтобы обеспечить необходимым металлом прокатный и волочильный цехи, в 1884 г. на заводе был построен пудлинговый цех с 12 печами для переработки чугуна в сварочное (пудлинговое) железо. В 1891 г. был пущен отдельный мартеновский цех с двумя печами (емкостью 15 и 20 т). С 1902 г. на заводе работали только две мартеновские печи (каждая емкостью 20 т и общей производительностью

33—36 тыс. т в год), а также агрегаты позднее слившегося с ним завода «Везув».

В 1900 г. в Лиепае для производства высококачественной стали был основан завод инструментальной тигельной стали производственной мощностью 5 тыс. т в год.

Чугунолитейни существовали и в ряде других мест. Так, например, в 1897 г. в Елгаве работали 3 литейных, в 1904 г. в Приекуле была пущена литейная с одной вагранкой, в 1913 г. в Кулдиге и Бауске действовали по одной литейной, в Вентспилсе 3 литейных.

С развитием и расширением литейных цехов для приготовления формовочных и стержневых смесей применяли землеприготовительные установки (завод «Сириус» и др.), для формовки форм — формовочные машины (завод «Сириус» и др.). Для перевозки форм и отливок литейные имели мостовые краны с электрическим приводом (завод «Сириус» и др.) грузоподъемностью до 30 т.

Мощные кузницы были построены на заводах «К. Фельзер и Ко» (площадью около 3600 м^2), «Феникс» в Риге (около 3630 м^2), Русско-Балтийском вагонном заводе (около 5930 м^2) и др. Они были оборудованы подъемными кранами, паро-воздушными, пневматическими, рессорно-пружинными и другими молотами. Работали и гидравлические ковочные прессы с усилием до 500 т.

На нескольких заводах (вагоностроительный завод «Феникс», Рижский сталелитейный завод, «Саламандра», «А. Беккер и Ко» и др.) были установлены прокатные станы (кричные, проволочные, сортовые, листовые, специального назначения) и волочильные станы (Рижская проволочная фабрика, «Этна», «А. Беккер и Ко» и др.).

Наиболее высокой производительности литейная промышленность достигла в 1913 г. (82,35 тыс. т переплавленного чугуна в чугуно- и сталелитейных цехах). На заводе «К. Фельзер и Ко» могли изготовить отливку весом до 3600 пудов. На вагоностроительном заводе «Феникс» могли отлить стальную деталь весом 26 т. Отлитые здесь крупные детали (рис. 126) поставлялись на самые разные промышленные предприятия России. На заводе «А. Беккер и Ко» плавка стали в виде слитков достигла 46 тыс. т в год. Численность рабочих на Русско-Балтийском вагонном заводе составляла 4500 человек, а на заводе «А. Беккер и Ко» — до 1800 человек.

Промышленность Латвии в 1913 г. достигла высокого уровня развития. Капиталистическое хозяйство Латвии завершило переход от аграрного к индустриальному типу: удельный вес промышленности в валовой продукции материального производства страны составил приблизительно 52%. По объему валовой продукции и численности рабочих металлообработка занимала первое место в промышленности Латвии. Сырье для металлургических и металлообрабатывающих заводов (с 90-х годов XIX в.) поступало главным образом с металлургических заводов юга России, цветные металлы — из-за границы. Например, в 1913 г. промышленность г. Риги получила 73 тыс. т русского чугуна, из-за рубежа было завезено только 600 т. Подавляющая часть продукции этой отрасли находила сбыт в губерниях России (около 63%). На всероссийский рынок работали заводы широкого профиля, поставлявшие паровые котлы, машины, турбины, разные моторы, станки, вагоны, различное оборудование, проволоку, цепи, гвозди, инструменты и т. д.

Первая мировая война расстроила экономику Латвии. Весной 1915 г. в руки врага попал г. Лиепая. Летом началась эвакуация Риги. Полной эвакуации подлежали металлургические, машиностроительные и метал-

лообрабатывающие заводы (было вывезено до 100% всех станков, приборов, двигателей и др.). Эвакуация в основном была завершена к началу августа 1915 г. В результате Латвия полностью лишилась металлургической и металлообрабатывающей промышленности. Тысячи рабочих были рассеяны по России. В конце 1915 г. в Риге работало только 728 металлистов.

Четвертая глава

ПЕРИОД МЕЖДУ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ МИРОВЫМИ ВОЙНАМИ

Эта часть книги написана на основе литературных источников. Анализы изделий не производились.

Первая мировая война и отрыв Латвии от рынков России наложили отпечаток на всю хозяйственную жизнь страны, на черную металлургию и металлообработку в том числе. Многие крупные заводы в Риге (Русско-Балтийский вагонный завод, машиностроительный завод бр. Клейн, завод «Саламандра», завод «Унион» и др.) были закрыты, в некоторых бывших заводских помещениях (заводов Р. Поле, «К. Фельзер и Ко», «Сириус» и др.) в 1923—1925 гг. были основаны новые мелкие заводы (О. Келлера, «Старс», Г. Валдиспиля и др.). Выпуск валовой продукции металлообрабатывающих и машиностроительных заводов в 1929 г. составил лишь 22% от уровня 1913 г.

В Риге не осталось ни одной сталеплавильной печи. Чтобы хоть в какой-то мере удовлетворить нужды в стальном фасонном литье, на заводе «Феникс» была построена и пущена в ход (1925 г.) 5-тонная основная мартеновская печь (рис. 150). Выплавлялась главным образом сталь с содержанием углерода в пределах от 0,3 до 0,5%. Отливались, например, вагонные буксы, мостовые опоры, зубчатые колеса, колеса для вагонеток, крестовины и т. д. Расход мазута на выплавку стали составлял 66% от веса плавки.

Лиепайский завод «А. Беккер и Ко» во время войны прекратил работу. При возобновлении работы в 1923 г. была расширена литейная за счет установления вагранки и 5-тонной печи Сименса для производства стали. В 1938 г. на заводе (в то время — «Лиепаяс драшу фабрика», теперь — «Сарканайс металургс») работали две мартеновские печи емкостью 25 и 30 т, одна вагранка производительностью 2 т в час и одна 5-тонная печь Сименса. На заводе было занято до 1190 рабочих. Количество выпускаемой продукции было ниже довоенного уровня. Большой чугунолитейный цех был на заводе «Тосмаре». Там были установлены две вагранки, 0,5-тонная электродуговая печь и печь для плавки цветных металлов.

Чугунолитейни были не только в Риге и Лиепае, но и в ряде других мест, как, например, в Приекуле, Вентспилсе, Екабпилсе и Даугавпилсе. В Латвии в 1939 г. действовали 24 литейные (351 рабочий). На скольких из них лили чугун, в данных Статистического управления не указано. В 1935 г. в Латвии было 4056 кузниц, где работало 4253 человека.

С восстановлением Советской власти в Латвии и вступлением ее в состав СССР были созданы предпосылки для дальнейшего развития металлургии и металлообработки в республике, но фашистская оккупация, продолжавшаяся на территории Латвии более трех лет, нанесла огромный ущерб хозяйству республики, в том числе металлургии и металлообработке.

Пятая глава

ПЕРИОД С 1944 ДО 1958 Г.

Советская Армия летом 1944 г. начала освобождение Латвии от немецко-фашистских захватчиков, в августе немецкие войска были изгнаны из Латгале, 13 октября 1944 г. была освобождена Рига, а 9 мая 1945 г. — вся территория Латвии. Оккупанты нанесли огромный ущерб народному хозяйству республики. Значительно сократилась численность населения. Только около 10% промышленных предприятий могли сразу возобновить работу. В восстановлении и дальнейшем развитии промышленности Латвии большую помощь оказали другие республики Советского Союза, откуда поставлялись машины, оборудование, материалы, топливо и необходимое сырье. В настоящее время первое место среди отраслей промышленности занимают машиностроение, металлообработка, приборостроение. Освоено изготовление продукции, которая ранее не производилась: трамваи, электровагоны, компрессоры и др. Восстановлены и переоборудованы заводы: Рижский вагоностроительный, «ВЭФ», «Сарканайс металургс» и др. Построены новые крупные заводы, например Рижский электромашиностроительный, Рижский дизелестроительный, «Автоэлектроприбор» и др.

С ростом металлообрабатывающей промышленности и особенно машиностроения некоторое развитие получило и литье металлов — за счет новых цехов на заводах РЭЗ, РДЗ, Ригасельмаш и др.

В 1953 г. была пущена 3-тонная электродуговая печь на заводе РЭЗ (впоследствии она перестроена в 4, 5-тонную), а затем еще одна такая же печь. Несколько позже электродуговая печь была поставлена и на РВЗ (рис. 152) — наряду с имеющейся 5-тонной мартеновской печью. Все эти печи имеют кислую футеровку. На заводах «ВЭФ», «Автоэлектроприбор», радиозаводе им. А. С. Попова и других работают небольшие высокочастотные плавильные печи (емкость тиглей — до 160 кг). В республике работает уже больше 20 таких печей (рис. 153). В чугунолитейных цехах число вагранок (средняя производительность 2—3 т в час) превышает 30. В отдельных случаях для выплавки чугуна используются электродуговые печи (например, на РВЗ работала 0,5-тонная печь) и др. Уровень 1913 г. по производству стали был достигнут в 1955 г., когда в Латвии было получено 76 тыс. т стали и 103 тыс. т проката. Резко увеличился выпуск стали на крупнейшем металлургическом предприятии — заводе «Сарканайс металургс». Постоянно совершенствуя свои мартеновские печи (с основной футеровкой) — емкостью до 30—35 т (рис. 156), завод в 1965 г. построил еще один, новый мартеновский цех (рис. 163 и 164) с тремя печами (à 130—160 т) и установку для непрерывной разливки стали. Если в 1960 г. завод дал 82 334 т стали, то в 1973 г. — 432,6 тыс. т (все заводы республики дали 460,2 тыс. т). На заводе введена в действие 4—5-тонная электродуговая печь.

В настоящее время составлен план реконструкции завода «Сарканайс металургс». Предусмотрено построить новый цех с электропечами и непрерывной разливкой стали, причем выпуск стали в год составит не менее миллиона.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

ТЕКСТОВЫЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ

Рис. 1.

Древнейшие железные изделия: *1* — брошь; *2* — фрагмент перстня; *3* — втульчатый топор.

Рис. 2.

Предметы из погребения № 19 в Мазкатужи: *1* — кузнечные клещи; *2* — долото; *3* — нож; *4* — коса; *5* — наконечник копья; *6* — втульчатый топор; *7* — молоток [93, 94]. Штрихпунктирными линиями здесь и в дальнейшем обозначены места разрезов для получения микрошлифов.

Рис. 3.

Макроструктура втульчатого топора (рис. 2, *6*) по поперечному разрезу. Ув. в 2,5 раза.

Рис. 4.

Предметы из погребений земгалов: *1* — фрагмент косы; *2* — втульчатый топор; *3* — наконечник копья; *4* — мотыга. Все предметы найдены в Гайлиши, недалеко от г. Ауце.

Рис. 5.

Предметы из погребений латгалов—селов (Екабпилсский р-н): *1* и *2* — узколезвийные проушные топоры; *3* — наконечник копья; *4* — нож; *5* — нож кусторезный; *6* — косарь (*1* — Калнадегли; *2, 3* и *6* — Мелдеришки; *5* — Слате, Екабпилсский р-н).

Рис. 6.

Макроструктура топора из Мелдеришки (рис. 5, *2*).

Рис. 7.

Предметы из погребений финских племен: *1* — наконечник копья; *2* — втульчатый топор; *3* — нож; *4* — черенковый топор (*1—3* — Саулиеши, Валмиерский р-н; *4* — Роцеши, Талсинский р-н).

Рис. 8.

Боевой нож куршского типа (Гейстауты, Лиепайский р-н).

Рис. 9.

Инструменты кузнеца: *1* — железная лопатка; *2* — наковальня; *3, 4* — молоты (Кокмуйжа, Добельский р-н).

Рис. 10.

Большая наковальня (Кокмуйжа).

Рис. 11.

Предметы из погребений латгалов—селов: *1* и *2* — наконечники копий; *3* — узколезвийный проушный топор (*1* — Слате; *2* и *3* — Калниеши, Екабпилсский р-н).

Рис. 12.

Предметы, найденные на городище Кентескалнс: *1* — нож; *2* — топор; *3* — серп; *4* — шило; *5* — напильник; *6* — наконечник копья.

Рис. 13.

Технологическая схема ножей, найденных на городище Кентескалнс. Обозначения структурных составляющих: *F* — феррит; *P* — перлит; *S* — сорбит; *T* — троостит.

Рис. 14.

Топор с городища Кентескалнс. Вид спереди (рис. 12, *2*).

Рис. 15.

Технологические схемы топоров (Кентескалнс). *Ce* — цементит.

Рис. 16.

Технологические схемы косы *(3)* и серпов (Кентескалнс).

Рис. 17.

Кресало (Кентескалнс).

Рис. 18.

Кузнечные клещи (г. Талсы).

Рис. 19.

Технологические схемы ножей из Талсы.

Рис. 20.

Топоры из оз. Вилкмуйжас.

Рис. 21.

Технологические схемы топоров из оз. Вилкмуйжас (рис. 20).

Рис. 22.

Технологические схемы ножей и фрагмента скобеля *(6)* (Тервете). *L* — ледебурит.

Рис. 23.

Наконечники стрел из Тервете. ²/₃ натуральной величины.

Рис. 24.

Шилья из Тервете. ²/₃ натуральной величины.

Рис. 25.

Гвоздь (Тервете).

Рис. 26.

Наконечник копья (Тервете).

Рис. 27.

Технологическая схема пера наконечника (рис. 26).

Рис. 28.

Топор из Тервете. Уменьш. приблизительно в 3 раза.

Рис. 29.

Технологическая схема топора (рис. 28).

Рис. 30.

Две мотыги из Тервете. Уменьш. приблизительно в 4 раза.

Рис. 31.

Ложечное сверло (Тервете). Уменьш. приблизительно в 3 раза.

Рис. 32.

Резец (Тервете).

Рис. 33.

Инструменты из Межотне: *1* — кузнечные клещи; *2* — молот; *3* — зубило; *4* — напильник.

Рис. 34.

Два топора из Межотне.

Рис. 35.

Технологические схемы топоров (рис. 34).

Рис. 36.

Гарпун (Межотне). Уменьш. приблизительно в 2,5 раза.

Рис. 37.

Технологическая схема ножей из Межотне.

Рис. 38.

Короткий гарпун из Даугмале.

Рис. 39.

Коса *(1)* и наконечник копья *(2)* из Даугмале.

Рис. 40.

Технологические схемы ножей из Асоте.

Рис. 41.

Технологические схемы лезвий топоров из Асоте.

Рис. 42.

Сельскохозяйственные орудия из Асоте: *1* — фрагмент косы; *2* — фрагмент серпа; *3* — сошник; *4* — оковка деревянной лопаты.

Рис. 43.

Технологические схемы лезвия кос (*1—3*) и серпа *(4)* из Асоте.

Рис. 44.

Инструменты для обработки металла и дерева из Асоте: *1* — фрагмент зубила; *2* — бородок; *3* — фрагмент скобеля.

Рис. 45.

Технологические схемы лезвия зубила (рис. 44, *1*), лезвия плоского скобеля *(2)* и лезвия фрагмента скобеля *(3)* (рис. 44, *3*).

Рис. 46.

Технологические схемы рабочей части оружия (Асоте): *1* — лезвие фрагмента черенкового наконечника копья (разрез в начале черенка); *2* — лезвие наконечника копья с втулкой (разрез у вершины пера); *3* — наконечник стрелы (разрез у вершины).

Рис. 47.

Технологические схемы ножей из Ерсики.

Рис. 48.

Боевой нож (Айзэлкшни).

Рис. 49.

Макроструктура передней части топора из Риги.

Рис. 50.

Подкова (Рига).

Рис. 51.

Предметы, найденные на городище Танискалнс (Рауна): *1* — фрагмент ножниц; *2* и *3* — ножи; *4* — наконечник копья; *5* — кресало.

Рис. 52.

Макроструктура передней части топора (о. Мартыньсала). Уменьш. приблизительно в 1,7 раза.

Рис. 53.

Сверло (о. Мартыньсала). Уменьш. приблизительно в 6 раз.

Рис. 54.

Крица средней величины из Кокмуйжи.

Рис. 55.

Макроструктура крицы (рис. 54) в месте разреза (поверхность шлифа не травлена).

Рис. 56.

Крица с городища Кентескалнс.

Рис. 57.
Крица из Тервете.

Рис. 58.
Макроструктура крицы (рис. 57) в месте разреза.

Рис. 59.
Полуфабрикат железа (Спиетыни, близ Селпилса) [40, рис. 12].

Рис. 60.
Мечи с клинками из дамасской стали: *1* — Гробиня: *1а* — узор вдоль дола, *1b* — технологическая схема клинка в месте разреза *а-а; 2* — Гробиня: *2а* — технологическая схема клинка в месте разреза *b-b, 2b* — узор на одной стороне клинка, *2с* — узор на другой стороне клинка; *3* — Дурбе: *3а* — узор вдоль дола; *4* — Циемалде.

Рис. 61.
Мечи с надписями и орнаментами из дамасской стали: *1* — Швеция; *2* — Саласпилс; *3* — Межотне; *4* — Леясбитены; *5* — Саласпилс; *6* — Айзкраукле; *7* — Чапаны; *8* — Латвия; *9* — Айзкраукле: *9а* — технологическая схема клинка в месте разреза *а-а, 9b* — узор буквы Е; *10* — Дурбе: *10а* — технологическая схема клинка в месте разреза *а-а, 10b* — технологическая схема клинка в месте разреза *b-b, 10с* — узор средней полосы.

Рис. 62.
Мечи с надписями и орнаментами из железа: *1* — Пасилциемс; *2* — Нурмуйжа (Дзильлеяс); *3* — Либаги (Кили), орнамент на одной стороне клинка; *4* — Лиеливанде, фрагмент орнамента; *5* — Кулдига («Вулканс»); *6* — Рудбаржи (Лени); *7* — Алсунга (Калныни).

Рис. 63.
Мечи с надписями и орнаментами из цветных металлов: *1* — Казданга: *1а* — орнамент на одной стороне клинка; *2* — Рига: *2а* — орнамент на одной стороне клинка, *2b* — орнамент на другой стороне клинка; *3* — орнамент на клинке из Сайкавы; *4* — надписи на одной и другой сторонах клинка из Пасилциемса; *5* — Видземе, технологическая схема клинка.

Рис. 64.
Мечи с выгравированными или с такими инкрустированными надписями и орнаментами, из которых выпал цветной металл: *1* — оз. Вилкмуйжас; *2—4* — надписи на клинках из оз. Вилкмуйжас; *5* — фрагмент орнамента на клинке из Алсунги (Калныни); *6* — Асите (Гравениеки); *7* — фрагмент орнамента на клинке из Пасилциемса; *8* — фрагмент орнамента на клинке из Лиеливанде; *9* — фрагмент орнамента на клинке из Алсунги; *10* — фрагмент орнамента на клинке из Гавиезе (Крогускалнс).

Рис. 65.
Технологические схемы наконечников копий с пером из дамасской стали.

Рис. 66.
Наконечники копий с узором I группы: *1* — Бунка; *2* — Капениеки. Уменьш. в *2* раза.

Рис. 67.
Наконечник копья с узором II группы (Курземе). Уменьш. в 3 раза.

Рис. 68.
Наконечник копья с узором III группы (Ошбирзес). Уменьш. в 2 раза.

Рис. 69.
Наконечники копий с узором IV группы: *1* и *2* — Капениеки, уменьш. в 2 раза; *3* — Алсунга, уменьш. в 3 раза.

Рис. 70.
Наконечники копий с узором V группы: *1* — Либаги, уменьш. в 2 раза; *2* — Пасилциемс, уменьш. в 3 раза; *3* — Турайда, уменьш. в 2 раза.

Рис. 71.
Наконечник копья с узором VI группы: (Турайда). Уменьш. в 2 раза.

Рис. 72.
Наконечник копья с узором VII группы (Дурбе). Уменьш. в 3 раза.

Рис. 73.
Схема получения узоров [108] из блока, содержащего три стальные пластинки: *а—d* — места продольного разреза блока и получающиеся на разрезе узоры.

Рис. 74.
Наконечник копья с узором VIII группы (Турайда). $^2/_5$ натуральной величины.

Рис. 75.
Наконечник копья с узором IX группы (Саласпилс). Уменьш. в 3 раза.

Рис. 76.
Наконечники копий с узором XI группы: *1* — Турайда, уменьш. в 2 раза; *2* — Турайда, уменьш. в 3 раза; *3* — Дзелзава, уменьш. приблизительно в 2 раза; *4* — Веги, уменьш. в 3 раза; *5* — оз. Вилкмуйжас, уменьш. в 2 раза; *6* — Маткуле, уменьш. приблизительно в 2 раза.

Рис. 77.
Наконечники копий с узором XII группы: *1* — Саласпилс, уменьш. в 3 раза; *2* — о. Мартыньсала, $^2/_3$ натуральной величины.

Рис. 78.
Орнаменты на посеребренных втулках наконечников копий: *1* — Турайда; *2* и *3* — Кримулда; *4* — Турайда; *5* — Саласпилс; *6* — Турайда. Уменьш. приблизительно в 1,5 раза.

Рис. 79.

Карта находок болотных руд в Латвии (частично по [115]).

Рис. 80.

Куски болотных руд из Сарнате [127].

Рис. 81.

Древние железоделательные печи: *1* — горн из камня с глиной, Сирия, XI—X вв. до н. э.; *2* — типичный горн Средней Германии (VI—V вв. до н. э.); *3* — печь римского времени (Валлонские Альпы, начало н. э.); *4* — древнерусский сыродутный горн (Райковецкое городище, Украина, XII в.). Слева даны разрезы печей [234, с. 11].

Рис. 82.

Реконструкция сыродутного горна, найденного в Польше (район Свентокшиских гор) [24, 25].

Рис. 83.

Остатки сыродутных печей (четырехрядный «блок») в Польше (район Свентокшиских гор — Слупя-Стара 3) [24].

Рис. 84.

Четвертая сыродутная печь в Спиетыни [40, рис. 10].

Рис. 85.

Остатки сыродутной печи на площади Альберта (Рига).

Рис. 86.

Сыродутная печь X в. на городище Асоте [91, рис. 24].

Рис. 87.

Печать цеха четырех ремесел (Рига). Около натуральной величины.

Рис. 88.

Печать «ненемецкого» (латышского) кузнечного цеха (Рига). Около натуральной величины.

Рис. 89.

Печать кузнечного цеха (г. Бауска). Около натуральной величины.

Рис. 90.

Места в Курземе и Видземе, где работали железоделательные мануфактуры.

Рис. 91.

Остатки домны в Дзелзсамуры близ Балдоне. Фото 1929 г. [94].

Рис. 92.

Вид Эмбурги в 1661 г. В центре видна домна [195].

Рис. 93.

Железоделательная мануфактура в Вецмуйже. Рисунок 1661 г. [195].

Рис. 94.

Шведская сыродутная печь [233].

Рис. 95.

Шведская домна XVI—XVII вв. [234, с. 15].

Рис. 96.

Изготовление углеродистой стали в XVI в. *A* — горн; *B* — шихта; *C* — сток шлака; *D* — железо (крицы); *E* — деревянный молот; *F* — молот; *G* — наковальня [194, с. 396; 260, рис. 47].

Рис. 97.

Изготовление углеродистой стали из чугуна в XVI в. *A* — горн; *B* — меха; *C* — щипцы; *D* — молот; *E* — водяной поток [194, с. 399].

Рис. 98.

Рисунок кузницы конца XVI—начала XVII в. Для приведения в движение молотов и воздуходувных мехов применялись водяные колеса [64].

Рис. 99.

Выпор *(1)*, литники *(2—4)* и фрагменты отливки *(5, 6)*, найденные в шлаковом отвале в Веймуйже.

Рис. 100.

Самая старая рижская чугунная пушка, состоящая из двух частей. Калибр 105 мм; XVI в.

Рис. 101.

Две чугунные пушки, находящиеся в Риге, на ул. Б. Пилс, № 21.

Рис. 102.

Пушки на развалинах замка в Кокнесе.

Рис. 103.

Пушка большого калибра (122 мм) у школы в Брукнас (Бауский р-н).

Рис. 104.

Большая мортира (калибр 0,48 м) на развалинах замка в г. Бауске.

Рис. 105.

Ствол самой древней из пушек, находящихся в г. Бауске (калибр 68 мм).

Рис. 106.

Пушка у Елгавского исторического и художественного музея (калибр 106 мм).

Рис. 107.

Пушка, находящаяся в г. пос. Дундаге. Калибр 73 мм.

Рис. 108.

Пушки из Талсинского музея краеведения и искусства (24- и 32-миллиметровые пушки салютного типа).

Рис. 109.

Ядро, состоящее из двух частей.

Рис. 110.

Пушечное ядро в форме каштана в Музее истории г. Риги и мореходства.

Рис. 111.

Чугунная чушка из Энгуре (Угуньциемс?).

Рис. 112.

Железная кованая пушка (калибр 70 мм). Музей истории г. Риги и мореходства. Уменьш. в 10 раз.

Рис. 113.

Железная кованая пушка (калибр 53 мм). Уменьш. в 100 раз.

Рис. 114.

Места железоделательных заводов, мануфактур, литейных предприятий и металлообрабатывающих заводов: *1* — Вентспилс; *2* — Лиепая; *3* — Приекуле; *4* — Кулдига; *5* — Эда; *6* — Ренда (Дзелзсамуры); *7* — Лиелвирби; *8* — Яунпагастс; *9* — Кабиле (Упесмуйжа); *10* — Угуньциемс; *11* — Энгуре; *12* — Смарде; *13* — Елгава; *14* — Рига; *15* — Бауска; *16* — Скайсткалне; *17* — Ропажи (Дзелзсамуры); *18* — Розены (Дзелзсамуры); *19* — Инчукалнс (Дзелзсамуры); *20* — Каугурмуйжа; *21* — Байжкалнс; *22* — Смилтене; *23* — Палсмане; *24* — Гауиена; *25* — Яунанна; *26* — Ликсна.

Рис. 115.

Кузница в Саукской волости (начало XX в.) [94, № 167].

Рис. 116.

Чугунолитейня и машиностроительный завод «И. Верман и сын» (рекламный рисунок) [150]. Справа — литейная. На переднем плане — отливки (зубчатые колеса, трубы, опоки), наковальня и др.

Рис. 117.

Завод «П. Розенкранц и Ко» (рекламный рисунок) [150]. Среднее здание — литейная. Справа — ковш на носилках; на переднем плане — разные отливки (зубчатые колеса, ременное колесо и др.); слева — паровой котел.

Рис. 118.

Завод «П. Розенкранц и Ко» (ситуационный план, около 1900 г.) [181, рис. 495]: *1* — двухэтажное здание — дом владельца завода; *2* — хозяйственные строения; *3* — квартиры служащих; *4* — контора; *5* — литейная; *6* — котельная мастерская; *7* — на втором этаже — токарный цех и слесарная, внизу — токарный цех; *8* — на втором этаже здания — модельный цех, внизу — слесарная и монтажный цех; *9* — кузница; *10* и *11* — помещение для штампов, сверлильных станков, прокатных станков и др.; *12* — склад моделей, материалов, фабрикатов и др.; *13* — конюшня и место для повозок; *14* — коксовый сарай; *15* — отделочная мастерская; *16* — красильня; *17* — место привратника; *18* — забор.

Рис. 119.

Завод «А. Ланге и сын» (ситуационный план, около 1900 г.) [181, рис. 494]: *1* — кузница; *2* — котельная мастерская; *3* — помещение для станков; *4* — навес для строящихся судов; *5* — печь для отжига; *6* — место для повозок; *7* — склад моделей; *8* — материальная контора и красильня; *9* — сушильная камера; *10* — литейная цветных металлов; *11* — мастерская по изготовлению стержней; *12* — машинное отделение литейной; *13* — участок отделки отливок; *14* — помещение вагранки; *15* — чугунолитейня; *16* — слесарный и токарный цехи; *17* — медная кузница; *18* — модельный цех; *19* — конструкторское бюро; *20* — котельная; *21* — старое машинное отделение; *22* — новое машинное отделение; *23* — коксовый сарай; *24* — старая кузница; *25* — склад; *26* — инструментальный цех; *27* — заводское бюро; *28* — контора; *29* — контора и жилой дом; *30* — подвальное помещение; *31* — место для повозок; *32* — подвальное помещение и место для повозок; *33* — склад; *34* — жилой дом; *35* — склад топлива; *36* — склад; *37, 38* — жилые дома; *39* — сад; *40* — конюшня; *41* — кран.

Рис. 120.

Русско-Балтийский вагонный завод в Риге. Общий вид [94, № 1401].

Рис. 121.

Завод «Р. Поле и Ко» (ситуационный план, около 1900 г.) [181, рис. 487]: *1* — центральная контора; *2* — конструкторское бюро; *3* — склад; *4* — мастерская по изготовлению ящиков; *5* — столярная мастерская; *6* — красильня; *7* — место для повозок; *8* — конюшня и квартира кучера; *9* — жилой дом; *10* — коксовый сарай; *11* — формовочное отделение; *12* — литейная; *13* — участок отделки отливок; *14* — печь для центрального отопления; *15* — семафорная мастерская; *16* — литейная цветных металлов; *17* — котельная мастерская; *18* — машинное отделение; *19* — котельная; *20* — кузница; *21* — заготовочная мастерская; *22* — проверочная; *23* — токарный цех и контора; *24* — слесарная и участок монтажа; *25* — машины для формовки жести.

Рис. 122.

Общий вид завода «Р. Поле и Ко» [236].

Рис. 123.

Завод «К. Фельзер и Ко» (ситуационный план, около 1900 г.) [181, рис. 480]: *1* — контора и техническое бюро; *2* — машинное отделение; *3* — котельная мастерская; *4* — кузница; *5* — участок сельскохозяйственных машин; *6* — строгальный цех; *7* — токарный цех; *8* — склад моделей; *9* — литейная; *10* — участок машиностроения; *11* — столярная по изготовлению моделей и участок монтажа; *12* — котельная мастерская; *13* — медная кузница; *14* — бабка; *15* — конюшня и квартира кучера; *16* — сарай для моделей; *17* — домик сторожа;

18 — коксовый сарай; *19* — дровяной сарай; *20, 21* — жилые дома; *22* — домик сторожа; *23* — швейцар; *24* — пристройка; *25* — слесарная.

Рис. 124.

Продукция завода «Феникс» на промышленной выставке 1901 г. [94, № 1405]: колесные диски, коленчатый вал, зубчатые колеса, трамвайные вагоны и др.

Рис. 125.

Собранные формы для отливки колесных дисков [208, рис. 5].

Рис. 126.

Стальная литая деталь весом 26 т, обработанная на заводе «Бр. Клейн», на платформе перед отправкой заказчику [149].

Рис. 127.

Продукция завода «Мотор» на промышленной выставке 1901 г. [158, с. 199]. Показаны трансмиссионные валы, ременные колеса, подшипники и др.

Рис. 128.

Вид завода «К. Струпп» до пожара [107].

Рис. 129.

Вид завода «Везув», заново выстроенного после пожара [107].

Рис. 130.

Гаубица армии Наполеона (калибр 134 мм). Бауский музей краеведения и искусства.

Рис. 131.

Детали фасада елгавского дворца.

Рис. 132.

Герб (Кулдигский музей краеведения и искусства).

Рис. 133.

Чугунная чушка (Кабиле, Упесмуйжа).

Рис. 134.

Крица кричного горна [149]. Ув. в 1,2 раза.

Рис. 135.

Технологическая схема лезвий кос: *1* — о. Сааремаа; *2* — Вецпиебалга; *3* — Скулте; *4* — о. Сааремаа.

Рис. 136.

Макроструктура рельса (XIX в.). Уменьш. приблизительно в 2 раза.

Рис. 137.

Ружье с винтовыми нарезами в канале ствола (Германия, XIX в.). Калибр 12,5 мм. Восьмигранный ствол из дамасской стали.

Рис. 138.

Пистолеты со стволами из дамасской стали: *1* — спортивный тип, калибр 14 мм (XIX в.); *2* — 5-ствольный тип, калибр 9 мм (Бельгия, XIX в.).

Рис. 139.

Помещение кричного горна. В центре — кричный горн, слева — мехи, справа — молот для обработки крицы. Молот и мехи приводились в движение водяным колесом [201].

Рис. 140.

Пудлинговая печь. Рисунок [149].

Рис. 141.

Пламенная тигельная печь с естественным дутьем: *1* — тигель; *2* — крышка; *3* — решетка; *4* — топливо; *5* — колосники; *6* — воздух; *7* — дымоход [137, рис. 36].

Рис. 142.

Пламенная тигельная печь с регенераторами: *1* — тигель; *2* — крышка; *3* — рабочее пространство печи; *4* — газовый регенератор; *5* — воздушный регенератор [149].

Рис. 143.

Бессемеровский конвертер [149].

Рис. 144.

Мартеновская печь: *1* — загрузочные окна; *2* — рабочее пространство печи; *3* — расплавленный металл; *4* — поток газа; *5* — поток воздуха; *6* — продукты горения; *7* — воздушный регенератор; *8* — газовый регенератор [149].

Рис. 145.

Вагранка: *1* — завалочное окно; *2* — шахта; *3* — фурмы; *4* — желоб для шлака; *5* — колонны; *6* — подпорка днища; *7* — желоб для чугуна; *8* — лещадь; *9* — колпак; *10* — труба [149].

Рис. 146.

Разливка чугуна из вагранки в ковш [149].

Рис. 147.

Разрезы конвертера с боковым дутьем [149].

Рис. 148.

Конвертер с боковым дутьем. Общий вид [149].

Рис. 149.

Пламенная печь немецкого типа [149].

Рис. 150.

Пятитонная мартеновская печь на заводе «Феникс». Схема [149].

Рис. 151.

Схема дуговой электропечи: *1* — электроды; *2* — рабочее пространство печи; *3* — свод; *4* — желоб для металла; *5* — расплавленный металл; *6* — загрузочное окно [149].

Рис. 152.

Первая трехтонная электродуговая печь на Рижском вагоностроительном заводе.

Рис. 153.

Индукционная печь высокой частоты. Литейная Рижского политехнического института. Емкость тигля 50 кг.

Рис. 154.

Заливка чугуна в форму на заводе «Сарканайс металистс» в 1957 г. [90, № 11398].

Рис. 155.

Прокатка катанки на заводе «Сарканайс металургс».

Рис. 156.

Две мартеновские печи на заводе «Сарканайс металургс». Каждая печь имеет три загрузочных окна.

Рис. 157.

Сталелитейня мартеновского цеха. Слева — ковш для разливки стали, справа — поддоны с установленными изложницами (сифонная разливка стали).

Рис. 158.

Сифонная разливка кипящей стали.

Рис. 159.

Продольные и поперечные разрезы слитков кипящей стали.

Рис. 160.

Кристалл Чернова (елочный). Получен в усадочной раковине слитка спокойной стали. Ув. примерно в 2 раза.

Рис. 161.

Слитки кипящей стали на вагонетках, на заднем плане — бунты катанки.

Рис. 162.

Разливка стали в слитки. Емкость ковша 160 т.

Рис. 163.

Новые мартеновские печи на заводе «Сарканайс металургс».

Рис. 164.

Здание нового мартеновского цеха на заводе «Сарканайс металургс».

ИЛЛЮСТРАЦИИ НА ВКЛАДКЕ

I.

Микроструктура лезвия втульчатого топора (место *А* на рис. 1, *3*). × 100.

II.

Микроструктура носа молотка (рис. 2, *7*). × 100.

III.

Микроструктура втульчатого топора (рис. 2, *6*) по косому разрезу вершины лезвия до отжига. × 100.

IV.

Микроструктура втульчатого топора (рис. 2, *6*) по косому разрезу после отжига. × 100.

V.

Микроструктура втульчатого топора (рис. 4, *2*) в месте разреза. × 100.

VI.

Микроструктура мотыги (рис. 4, *4*) в месте разреза. × 100.

VII.

Микроструктура топора из Мелдеришки (рис. 5, *2*) в месте *А* (рис. 6). × 100.

VIII.

Микроструктура черенкового топора (рис. 7, *4*) в месте *А*. × 100.

IX.

Микроструктура лезвия топора из Кокмуйжи. × 100.

X.

Микроструктура проушины топора из Кокмуйжи в месте разреза. × 100.

XI.

Микроструктура ножа (рис. 12, *1*) в месте разреза. × 100.

XII.

Микроструктура вершины лезвия серпа (рис. 12, *3*). × 100.

XIII.

Микроструктура разреза напильника (рис. 12, *5*). × 100.

XIV.

Микроструктура вершины лезвия ножа (рис. 22, *1*) в месте разреза. × 100.

XV.

Микроструктура наваренного слоя в вершине лезвия фрагмента скобеля (рис. 22, *6*). × 100.

XVI.

Микроструктура наконечника стрелы (рис. 23, *1*) в месте разреза. × 100.

XVII.

Микроструктура шила (рис. 24, *1*) в месте разреза. × 100.

XVIII.

Микроструктура подковы (Тервете). × 100.

XIX.

Микроструктура стального слоя наконечника (рис. 27). × 100.

XX.

Микроструктура лезвия маленького топора (рис. 35, *2*). × 100.

XXI.

Микроструктура лезвия ножа (рис. 37, *1*). × 100.

XXII.

Микроструктура шила (Межотне) в месте разреза. × 100.

XXIII.

Микроструктура лезвия короткого гарпуна (рис. 38) в месте А. × 100.

XXIV.

Микроструктура лезвия топора (рис. 41, *3*). × 100.

XXV.

Микроструктура лезвия серпа (рис. 43, *4*). × 100.

XXVI.

Микроструктура края скобы из Асоте (на поверхности — цементированный слой толщиной 0,15—0,20 мм). × 100.

XXVII.

Микроструктура малого кресала в месте сварки. × 100.

XXVIII.

Микроструктура вершины лезвия топора из Риги (рис. 49) × 100.

XXIX.

Микроструктура крицы (рис. 54). × 100.

XXX.

Микроструктура крицы (рис. 56) в месте разреза. × 100.

XXXI.

Микроструктура крицы (рис. 57). Феррит. × 100.

XXXII.

Микроструктура крицы (рис. 57). Перлит и цементит. × 100.

XXXIII.

Микроструктура клинков (*1—6* и *9*) и макроструктура (*7, 8, 10* и *11*): *1* — Кентескалнс, × 100; *2* — Гробиня, × 150; *3* — Кокмуйжа, × 150; *4* — Дурбе, × 150; *5* — Капениеки, × 100; *6* — Рига, × 100; *7* и *8* — Дурбе, ув. в 2 раза; *9* — Дурбе, × 150; *10* — Дурбе, около натуральной величины; *11* — Гробиня, около натуральной величины.

XXXIV.

Микроструктура пера наконечников копий (× 100): *1* — средняя часть пера сайкавского наконечника IV группы узора; *2* — средняя часть пера дурбского наконечника VI группы узора; *3* — тонкая полоса на пере дурбского наконечника VI группы узора; *4* — полоса с зубчатым краем на пере сайкавского наконечника IV группы узора; *5* — крученая полоса пера саласпилсского наконечника XII группы узора; *6* — режущая часть (лезвие) пера дурбского наконечника VI группы узора; *7* — режущая часть пера сайкавского наконечника IV группы узора до отжига; *8* — то же после отжига.

XXXV.

Микроструктура металла выпора (рис. 99, *1*) в месте *А*. × 150.

XXXVI.

Микроструктура металла литника (рис. 99, *2*) в месте *В*. × 150.

XXXVII.

Микроструктура металла чугунной пушки (рис. 100) в переднем конце казенной части. × 100.

XXXVIII.

Микроструктура металла пушки, находящейся в Риге, на ул. Вецпилсетас у дома № 10, слева. × 150.

XXXIX.

Микроструктура металла пушки, находящейся в Риге, на ул. Вецпилсетас у дома № 10, справа. × 150.

XL.

Микроструктура металла пушки, находящейся в Риге, на углу улиц Вецпилсетас и Сарканас гвардес. × 150.

XLI.

Микроструктура металла самой длинной кокнесской пушки. × 150.

XLII.

Микроструктура металла 106-миллиметровой елгавской пушки (находится у дворца) (калибр 106 мм). × 150.

XLIII.

Микроструктура металла 100-миллиметровой пушки (г. Кулдига). × 150.

XLIV.

Микроструктура металла 73-миллиметровой пушки (г. Кулдига). × 150.

XLV.

Микроструктура металла железной кованой пушки (рис. 112, *А*). × 100.

XLVI.

Микроструктура металла 130-миллиметровой пушки у школы в Пузе (Пузский с/с) × 150.

XLVII.

Микроструктура металла 127-миллиметровой пушки, находящейся у 2-й семилетней школы в г. Талсы. × 150.

XLVIII.

Микроструктура металла 140-миллиметровой пушки (г. Талсы, ул. Кр. Валдемара). × 100.

XLXIX.

Микроструктура чугунной отливки из Угуньциемса. × 100.

L.

Микроструктура фрагмента чугунной чушки из Энгуре. × 100.

LI.

Микроструктура якоря (г. Кулдига). × 100.

LII.

Микроструктура крицы (рис. 134): *1* — перлит и цементит; *2* — видманштет. × 200.

LIII.

Микроструктура сварочного (*1*) и литого (*2*) железа: *1* — жесть парового котла; *2* — армко-железо. × 100.

LIV.

Микроструктура лезвия косы с о. Сааремаа. × 100.

LV.

Микроструктура металлического прутика из хвоста фигуры петуха, венчавшего шпиль церкви Петра до 1941 г. Музей истории г. Риги и мореходства. *1* — железо; *2* — сталь. × 100.

LVI.

Макроструктура стволов из дамасской стали: *1* — Греция, XVIII в., около натуральной величины; *2* — тульское двухствольное ружье (XVIII в.), ув. в 2 раза; *3* — Германия, двухствольное ружье (XVIII в.), ув. примерно в 1,5 раза; *4* — четырехствольный пистолет системы Мариэтта (XIX в.), ув. в 2 раза; *5* — спортивный тип (рис. 138, *1*), ув. в 2 раза.

LVII.

Микроструктура стволов: *1* — четырехствольный револьвер (рис. LVI); *2* — восьмиствольный револьвер (Мариэтта), 3 — тульская трехлинейная винтовка (легированная сталь). × 150.

LVIII.

Макроструктура пера с узором VII группы (Леясбитены). Ув. в 2,5 раза.

LIX.

Макроструктура пера с узором XI группы (Дурбе). Ув. в 3 раза.

SATURS

Priekšvārds 5

I nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LĪDZ XIII GS. SĀKUMAM 7

Dzelzs un tērauda ražošanas un apstrādāšanas sākums 8
Senajās kultūras zemēs 8
Senajā Latvijā 9

Dzelzs un tērauda izstrādājumi ģints iekārtas sairšanas laikā (no m. ē. I līdz IV gs.) 10
Kuršu cilšu izstrādājumi 10
Zemgaļu cilšu izstrādājumi 12
Latgaļu-sēļu cilšu izstrādājumi 12
Somu cilšu izstrādājumi 13

Dzelzs un tērauda izstrādājumi šķiru sabiedrības pirmsākuma laikā (no V līdz IX gs.) 14
Kuršu cilšu izstrādājumi 15
Zemgaļu cilšu izstrādājumi 15
Latgaļu-sēļu cilšu izstrādājumi 17
Somu cilšu izstrādājumi 18
Ķentes pilskalna izstrādājumi 18

Dzelzs un tērauda izstrādājumi agrajā feodālismā un attīstītā feodālisma sākumā (no X līdz XIII gs.) 22
Talsu pilskalna izstrādājumi 22
Tērvetes pilskalna izstrādājumi 24
Mežotnes pilskalna izstrādājumi 28
Daugmales pilskalna izstrādājumi 30
Asotes pilskalna izstrādājumi 31
Dignājas pilskalna izstrādājumi 37
Jersikas pilskalna izstrādājumi 37

Aizelkšņu kaujas duncis 38
Rīgā atrastie izstrādājumi 38
Turaidas pilskalna izstrādājumi 39
Salaspils Laukskolas izstrādājumi 39
Raunas Tanīsa pilskalna izstrādājumi 40
Mārtiņsalas izstrādājumi 40
Dzelzs krici 41
Zobeni 44
Damascētā tērauda šķēpu smailes 55
Izstrādājumu spektrālā analīze 68
Dzelzs rūda 70
Kurināmais 72
Dzelzs ražošanas krāsnis 73
Dzelzs sārņi 77
Izpētīto priekšmetu (izstrādājumu) skaitliskais sadalījums . . 79

II nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LAIKĀ NO XIII/XIV GS. LĪDZ XVIII GS. SĀKUMAM 80
Amatniecība Rīgas pilsētā 81
Amatniecība mazajās Latvijas pilsētās 84
Amatniecība pārējā Latvijas teritorijā 84
Dzelzs manufaktūras 86
Kurzemes hercoga dzelzs manufaktūras Norvēģijā 101
Dažu Kurzemes dzelzs manufaktūru izejmateriālu un ražojumu analīzes dati 101
Dažādi dzelzs un tērauda ieroči muzejos 114
Izpētīto priekšmetu (izstrādājumu) skaitliskais sadalījums . . . 116

III nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LAIKĀ NO XVIII GS. SĀKUMA LĪDZ PIRMAJAM PASAULES KARAM 117
Dzelzs manufaktūras kopš XIX gs. sākuma 118
Metāla ražošana un apstrāde mazajās pilsētās un ciematos . . . 120
Kalves jeb smēdes 121
Metāla ražošana un apstrāde Rīgas rūpnīcās (fabrikās) 122
Metāla ražošana un apstrāde Liepājas rūpnīcās (fabrikās) . . . 139
Dažādu izstrādājumu metalogrāfiskās analīzes 142
Čuguna atlējumi 142
Īss ražošanas apjoma apskats 147
Metāla ražošanas un kausēšanas krāsnis 148
Izpētīto priekšmetu (izstrādājumu) skaitliskais sadalījums . . 155

IV nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU RAŽOŠANA KARSTĀ APSTRĀDĒ LATVIJAS PSR TERITORIJĀ LAIKĀ STARP ABIEM PASAULES KARIEM 156
Metāla ražošana un apstrāde Rīgas rūpnīcās 157
Metāla ražošana un apstrāde Liepājas rūpnīcās 160
Metāla ražošana un apstrāde nelielās pilsētās 163
Vispārējs apskats par ražošanu un apstrādi 163

V nodaļa

MELNĀ METALURĢIJA UN MELNĀ METĀLA IZSTRĀDĀJUMU RAŽOŠANA KARSTĀ APSTRĀDĒ LATVIJAS PSR TERITORIJĀ NO 1944. GADA LĪDZ 1958. GADAM 165

Rīgas rūpnīcas 165

Liepājas rūpnīcas 169

Citu pilsētu rūpnīcas 173

Metāla ražošanas apjoms 175

LITERATŪRA 178

ЧЕРНЫЙ МЕТАЛЛ В ЛАТВИИ 187

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ 198

Izdots saskaņā ar Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Redakciju un izdevumu padomes 1974. gada 12. decembra lēmumu

Aleksis Anteins

MELNAIS METĀLS LATVIJĀ

Redaktore **M. Caune.**

Māksl. redaktors **G. Krutojs.**

Tehn. redaktore **E. Poča.**

Korektore **L. Brahmane.**

Nodota salikšanai 1975. g. 28. maijā. Parakstīta iespiešanai 1975. g. 26. novembrī. Tipogrāfijas papīrs Nr. 1, formāts 70×100/16. 14,25 fiz. iespiedl.; 18,38 uzsk. iespiedl.; 18,37 izdevn. l. Metiens 1200 eks. JT 02252. Maksā 1 rbl. 36 kap. Izdevniecība «Zinātne» Rīgā, Turgeņeva ielā 19. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības Rīgas Paraugtipogrāfijā Vienības gatvē 11. Pasūt. Nr. 326.

Pamanītās iespiedkļūdas

Lpp.	Rinda	Iespiests	Jābūt
78.	3. tabulas 4. ailē	Fe_2O_5**	Fe_2O_3**
78.	3. tabulas 1. parindē	Fe_2O_3 un Al_2O_3 un Al_2O_3	R_2O_3 satur Fe_2O_3 un Al_2O_3

LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA
0309056086

Monogrāfijā sniegtas ziņas par melnā metāla ražošanu, apstrādāšanu un izstrādājumiem Latvijas PSR teritorijā no tā laika, kad parādījās pirmie dzelzs izstrādājumi, līdz 1958. gadam. Pamatojoties uz apmēram 750 metalogrāfiski analizētiem izstrādājumiem, daudziem seniem metāla priekšmetiem pētīta izgatavošanas tehnoloģija, struktūra un īpašības, kā arī dots to izvērtējums. Apskatītas arī lietotās dzelzs ražošanas krāsnis un izejmateriāli. Pētot izstrādājumus, kas datēti, sākot ar XVII gs., izmantotas literatūrā sastopamās ziņas (dodot to izvērtējumu un sakopojumu) par visām lielākajām vietām un rūpnīcām, kur notika šī metāla ražošana, liešana un kalšana, kā arī par krāsnīm un izejmateriāliem.

Grāmatā ir sakopoti autora apmēram 20 gadu laikā publicētie materiāli par melno metālu Latvijā; dots to salīdzinājums ar citu zinātnieku (gan padomju, gan ārzemju) sniegtajām ziņām; atspoguļoti jaunāko pētījumu rezultāti.

Lasītājs nespeciālists darbā atradīs daudz interesanta par melnā metāla ražošanu, apstrādi, izstrādājumiem un dažādām metāla ražošanas krāsnīm apmēram 2500 gadu laikā.

Faktu materiāls bagātīgi ilustrēts. Metāla izstrādājumu raksturīgākās mikrostruktūras un makrostruktūras sakopotas grāmatas beigās un numurētas ar romiešu cipariem, bet attēli tekstā — ar arābu cipariem.

1 rbl. 36 kap.