

Н. М. Зиняков

ИСТОРИЯ  
ЧЕРНОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ  
И КУЗНЕЧНОГО  
РЕМЕСЛА  
ДРЕВНЕГО АЛТАЯ

Н. М. Зиняков. История черной металлургии и кузнечного ремесла древнего Алтая. Томск: Изд-во Том. ун-та. 1988—276 с. — 3 р. 1000 экз., 0507000000

История древнего Алтая. Томск: Изд-во Том. ун-та. 1987.—000 с., 0507000000

Монография посвящена проблемам истории металлургии и металлообработки железа на Алтае в эпоху раннего средневековья. Широкое применение современных методов исследования позволило осветить технологию получения железа и способы его обработки, выявить основные операции и приемы, находившиеся на вооружении алтайских кузнецов-металлургов. На основании имеющихся данных решается ряд социально-экономических вопросов.

Для историков, археологов, этнографов, а также широкого круга читателей, интересующихся историей металлургической и металлообрабатывающей промышленности.

Рецензент — д-р ист. наук В. И. М а т ю ш е н к о

0507000000  
3 — 13—87  
177(012)—88

© Издательство Томского университета, 1988

## ВВЕДЕНИЕ

Производство металла и кузнечное ремесло сыграли огромную роль в развитии общественного хозяйства. Большое значение металлов в жизни общества подчеркивали классики марксизма-ленинизма. Ф. Энгельс писал, что железо сыграло «революционную роль в истории»<sup>1</sup>. В связи с этим изучение технологии производства и обработки металла имеет важнейшее значение для воспроизведения вопросов, связанных с историческим развитием человеческого общества и его культуры. «Технология открывает активное отношение человека к природе, непосредственный процесс производства его жизни, а вместе с тем и его общественных условий жизни и происходящих из них духовных представлений», — отмечает К. Маркс<sup>2</sup>.

Комплексное исследование этой проблемы стало возможным только в последние десятилетия на основе широкого внедрения в археологию методов естественных наук: химических, металлографических и др. Так, данные о химическом составе железных руд и шлаков в совокупности с термическими анализами побочных продуктов плавки позволяют представить технологию производства металла, а также возможные источники сырья. Металлографический (макро- и микроструктурный) анализ кузнечной продукции выявляет конструктивные схемы и технологию изготовления металлических изделий, стабильность применения отдельных технологических операций ремесленниками, профессионализм кузнецов, технический уровень развития ремесла.

<sup>1</sup> Энгельс Ф. Происхождение семьи, частной собственности и государства. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 21, с. 163.

<sup>2</sup> Маркс К. Капитал: Критика политической экономии. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 23, с. 383.



Важной исторической проблемой является изучение производства и обработки железа у кочевнических племен, представлявших специфическую форму хозяйственной деятельности, возникшую в результате первого крупного общественного разделения труда. Актуальность работы возрастает в связи с тем, что многие теоретические проблемы, касающиеся вопросов социально-экономических отношений кочевников, остаются дискуссионными.

Предметом данного исследования является рассмотрение черной металлургии и кузнечного ремесла алтайских племен VI—X вв. н. э., входивших составным звеном в хозяйственную структуру кочевников-скотоводов. Хронологические рамки исследования представляют собой самостоятельный законченный период в истории раннего средневековья Центральной Азии и Южной Сибири, характеризующийся интенсивными политическими и хозяйственными процессами, в результате которых происходило складывание развитого кочевого хозяйства, сохранившегося на Алтае практически до конца XIX столетия.

Интерес к исследованию данного региона в названный период усиливается в связи с тем, что, по свидетельствам древних хроник, Алтай в эпоху средневековья являлся крупным центром производства и обработки железа в Южной Сибири и Центральной Азии. В ходе предшествующих археологических раскопок было открыто большое количество памятников исследуемого периода с многочисленным металлическим инвентарем, что представляло солидную источниковую базу, требующую специального исследования. Кроме того, открытые археологические памятники Алтая имеют стройную периодизацию, что являлось серьезным подспорьем в работе с их материалами. Изучение ремесла, в совокупности с другими данными, позволит обоснованно судить об уровне экономического развития кочевых племен Алтая в период средневековья.

Начало широких исследований металлургии и металлообработки железа, основанных на применении естественных наук и в археологии, относится к началу 50-х гг. Вся имеющаяся литература по данной проблеме может быть разделена по своему содержанию на несколько групп: 1. Работы общен исторического характера. 2. Исследования зарубежных авторов по вопросам металлургии и металлообработки. 3. Публикации советских историков, раскрывающие ремесленное производство в отдельных регионах

Работы общен исторического характера позволяют судить о социально-экономической структуре кочевников, роли и степени развития ремесла, общественных явлений, религиозных верований. Изучение их восстанавливает исторический фон периода средневековья<sup>3</sup>. Особенно большой вклад в исследовании указанных вопросов на Алтае сделан Л. П. Потаповым<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Риттер К. Землеведение Азии. СПб., 1877.—695 с.; Ядринцев Н. М. Об алтайцах и черных татарах.— СПб., 1881. 27 с.; Он же. Сибирские инородцы. их быт и современное положение.— СПб., 1891. 308 с.; Вербицкий В. И. Алтайские инородцы. М., 1893. 214 с.; Швецова М. Алтайские калмыки.— Записки ЗСИРГО. Омск, 1898, вып. 23, с. 1—34; Анохин А. В. Материалы по шаманству у алтайцев.— Л., 1924. 148 с.; Дыренкова Н. П. Культ огня у алтайцев и телеутов.— Сб. Музея антропологии и этнографии. Л., 1927, т. 6, с. 63—78; Токарев С. А. Докапиталистические пережитки в Ойротии. Л., 1936.—154 с.; Бериштам А. Н. Возникновение классов и государства у тюрков VI—VIII вв.—Тр./Ин-т антропологии, археологии и этнографии.— М.; Л., 1936, т. 4, с. 871—981; Он же. Социально-экономический строй орхон-енисейских тюрков VI—VIII вв.— М.; Л., 1946. 207 с.; Токарев С. А. Пережитки родового культа у алтайцев.—Тр./Ин-т этнографии. М.; Л., 1947, т. 1, с. 139—158; Бичурин Н. Я. Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена.— М.; Л., 1950, т. 1. 380 с.; Мандельштам А. М. Характеристика тюрков IX в. в «Послании Фатху б. Хакану ал-Джахиза».—Тр./Ин-т истории, археологии и этнографии.— Алма-Ата, 1956, т. 1, с. 227—250; Народы Сибири.— М.; Л., 1956. 1083 с.; Кляшторный С. Г. Проблемы ранней истории племен тюрк (ашина). В кн.: Новое в советской археологии.— М., 1965, с. 278—281; Лашук Л. П. Социальная организация средневековых кочевников.— СЭ, 1967, № 4, с. 25—39; Кызласов Л. Р. История Тувы в средние века.— М., 1969. 211 с.; Масао Мори. Политическая структура древнего государства Монголии.— 13-й Международный конгресс исторических наук.— М., 1970. 8 с.; Кумекоев Б. Е. Государство кимаков IX—XI вв. по арабским источникам. Алма-Ата, 1972. 155 с.; Толыбеков С. Е. Кочевое общество казахов в XVII—начале XX вв. Алма-Ата, 1971. 633 с.; Вайнштейн С. И. Историческая этнография тувинцев. М., 1972. 313 с.; Марков Г. Е. Кочевники Азии. М., 1976. 317 с.; Чанчибаева Л. Д. О современных пережитках у алтайцев.— В кн.: Этнография народов Алтая и Западной Сибири. Новосибирск, 1978, с. 90—103; Кызласов Л. Р. Древняя Тува. М., 1979. 121 с.; Алексеев Н. А. Ранние формы религии тюркоязычных народов Сибири. Новосибирск, 1980. 315 с.; Марков Г. Е. Скотоводческое хозяйство и кочевничество: Дефиниции и терминология.— СЭ, 1981, № 4, с. 83—94; Семенов Ю. И. Кочевничество и некоторые проблемы теории хозяйства и общества.— СЭ, 1982, № 2, с. 48—59; Плетнев С. А. Кочевники средневековья. М., 1982, 187 с.

<sup>4</sup> Потапов Л. П. Очерк истории Ойротии. Новосибирск, 1933.



Важные теоретические и методические проблемы поднимаются в работах зарубежных авторов. Так, Р. Плейнер (ЧССР), Е. Пяковский и М. Радван (ПНР) внесли значительный вклад в разработку методики исследования древнего металла, уделив особое внимание вопросам идентификации железа и стали<sup>5</sup>, истории металлургии и металлообработки Западной Европы<sup>6</sup>. Ими проведены интересные эксперименты по получению железа сыродутным способом, результаты которых помогают понять протекание многих физико-химических процессов в сыродутном горне<sup>7</sup>.

201 с.; Он же. Разложение родового строя у племен Северного Алтая. М., Л., 1935. 121 с.; Он же. Культур на Алтае.— СЭ, 1946, № 2, с. 145—160; Он же. Краткий очерк культуры и быта алтайцев. Горно-Алтайск, 1948. 64 с.; Он же. Очерки по истории алтайцев.— М., Л., 1953. 443 с.; Он же. Народы Южной Сибири в IV—VIII вв.— В кн.: Материалы по истории Сибири.— Улан-Удэ, 1964, с. 375—412; Он же. Этнический состав и происхождение алтайцев. Л., 1969. 196 с.; Он же. К вопросу о древнетюркской основе и датировке алтайского шаманства.— В кн.: Этнография народов Алтая и Западной Сибири. Новосибирск, 1978, с. 3—36; Он же. Древнетюркские черты почитания Неба у саяно-алтайских народов.— В кн.: Этнография народов Алтая и Западной Сибири. Новосибирск, 1978, с. 50—64.

<sup>5</sup> Pleiner R. Przyczynek do problemu metallurgii wczesnohistorycznej i zagadnienia tak zwanego metalu Światokrzyskiego.— Kwartalnik historii nauki i techniki.— Warszawa, 1965, № 1—2, s. 19—41; Pleiner R. O metodzie identyfikacji żelaza w znaleziskach archeologicznych.— Kwartalnik historii nauki i techniki.— Warszawa, 1967, № 1, s. 111—120; Piaskowski I. Dyskusja nad koncepcją starożytnego żelaza światokrzyskiego.— Kwartalnik historii nauki i techniki.— Warszawa, 1965, № 3, s. 350—358; Piaskowski I. Określanie pochodzenia dawnych przedmiotów na podstawie analizy cech.— Kwartalnik historii nauki i techniki. Warszawa, 1967, № 1, s. 61—97; Radwan M. Problem "Metalu światokrzyskiego".— Kwartalnik historii nauki i techniki.— Warszawa, 1967, № 2, s. 361—367.

<sup>6</sup> Pleiner R. Vyroba železa ve slovanské huti u Želechovic na morcovku. Praha, 1955. 52 s.; Pleiner R. Stare evropski komárstir. Praha, 1962. 331 s.; Iron working in ancient Greece.— Acta musei Nationalis Technici Pragae.— Praha, 1969, № 7, 55 s.; Piaskowski I. Obróbka ciepła żelaza i stali w dawnych wiekach.— Przegląd mechaniczny.— Warszawa, 1958, № 8—9, s. 427—432; Piaskowski I. Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych z smentarzyk wielkopolskich z okresu wpływów rzymskich.— Fontes archaeologici posnanienses.— Poznań, 1961, vol. 12, s. 169—215; Piaskowski I. Metaloznawcze badania wyrobów żelaznych i próbek żuza ze Śląska Opolskiego z okresu wpływów rzymskich.— Przegląd archeologiczny.— Wrocław, 1964, t. 15, s. 134—158; Radwan M. Starożytne hutnictwo światokrzyskie.— Zeszyty naukowe Akademii Górniczej, rozpraw 57, № 131.— Kraków, 1966.— 54 s.

<sup>7</sup> Radwan M. Dalsze próbne wytopy w piecykach dymarskich typu

Наряду с фундаментальными исследованиями в области металлургии и металлообработки за рубежом известны публикации Р. Тайлкота, К. Биленина, Э. Шульца, Р. Тромсена, О. Шаабера, Е. Нозек и А. Мазура, Б. Неймана<sup>8</sup>. Характерной чертой современных зарубежных научных изысканий является изучение комплекса предметов отдельных археологических культур и поиски признаков металла и технологии, присущих отдельным производст-

światokrzyskiego.— Kwartalnik historii nauki i techniki. Warszawa, 1964, s. 365—373; Radwan M. Doświadczalne wytopu żelaza w piecach starożytnych.— Kwartalnik historii nauki i techniki. Warszawa, 1965, № 1—2, s. 239—240.

<sup>8</sup> Tylecote R. Metallurgy in archeology. London, 1962. 368 p.; Bielenin K. Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w górach Światokrzyskich.— Warszawa; Kraków, 1974. 279 s.; Schulz E. Über die Ergebnisse neuerer metallkundlicher Untersuchungen alter Eisenfunde und ihre Bedeutung für die Technik und die Archäologie.— Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein—Westfalen, Heft 91. Düsseldorf, 1963, s. 73—106; Schulz E., Pleiner R. Untersuchungen an Klingen eiserner Latenseschwerter.— Technische Beiträge zur Archäologie. 11.— Mainz, 1965, s. 38—51; Tromsen R. Metallografische Untersuchungen drei wikingerzeitlichen Eisenäxten aus Haithabu.— Untersuchungen zur Technologie des Eisens. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu, Bericht 5. Neumünster, 1971, s. 30—57; Tromsen R. Metallografische Untersuchungen an wikingerzeitlichen Eisenbarren aus Haithabu.— Untersuchungen zur Technologie des Eisens. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu, Bericht 5. Neumünster, 1971, s. 9—29; Schaabber O. Beiträge zur Frage des norischen Eisens Metallkundliche Grundlagen und Untersuchungen an Funden vom Magdalensberg.— Carinthia I. Klagenfurt, 1963, S. 129—206; Nosek E. Badania metallograficzne chemiczne żuzy i przedmiotów żelaznych z Krakowa.— Materiały archeologiczne. Kraków, 1966, t. 9, s. 313—323; Cabalska M., Nosek E. Zabytki żelazne ze stanowiska na Babej Gorze w Zabrezju, pow. Nowy Sącz.— Materiały archeologiczne, Kraków, 1966, t. 9, s. 289—312; Cabalska M., Nosek E., Masur A. Wyroby żelazne ze stanowiska kultury luzyckiej w Maszkowicach pow. Nowosadecki.— Przegląd archeologiczny, Wrocław, 1971, t. 19—20, s. 51—76; Mazur A., Nosek E. Wczesnosredniowieczne noże dziwerowane z Wrocławia.— Kwartalnik historii nauki i techniki.— Warszawa, 1972, № 2, s. 291—304; Mazur A., Masur W., Nosek E. Badania metaloznawcze Wytobow żelaznych z Lisowa, pow. Opatow.— Sprawozdania archeologiczne. Wrocław, Warszawa, Kraków, 1973, t. 25, s. 193—203; Neuman B. Die ältesten Verfahren der Erzeugung technischen Eisens durch direkte Reduktion von Erzen mit Holzkohle in Rennfeuern und Stücköfen und die Stahlerzeugung unmittelbar aus dem Eisenerz.— Freiburger Forschungshefte, 6.— Berlin, 1954, s. 7—64; Neuman B. Das Schwert in Mythos und Handwerk.— Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein—Westfalen, Heft 91. Düsseldorf, s. 7—58.



венным центрам. При этом комплекс решаемых проблем не выходит за рамки истории техники.

Значительные достижения в исследованиях древней металлургии и металлообработки сделала советская археологическая наука. Одними из первых и наиболее фундаментальных в этой области были труды Б. А. Колчина, посвященные железоделательному и железообрабатывающему производствам Древней Руси<sup>9</sup>. В них разработана методика применения металлографических методов в археологии. Оценивая эти работы в целом, без сомнения можно сказать, что они стали основополагающими в подобного рода исследованиях и не потеряли своей значимости до настоящего времени. Помимо этого Б. А. Колчин совместно с О. Ю. Кругом впервые в нашей стране проведено моделирование сыродутного процесса, давшего интересные сведения для понимания динамики прямого получения железа из руд<sup>10</sup>.

Последующим изучением были охвачены памятники, находящиеся в различных частях СССР. Причем, необходимо отметить, что при довольно широкой географии исследований изученность известных материалов и археологических культур эпохи раннего железа и средневековья еще далека от своего завершения. В европейской части РСФСР, благодаря работам Г. А. Вознесенской и Г. С. Хомутовой, наиболее хорошо освещено металлообрабатывающее производство черняховской, зарубинецкой, дьяковской и именинковой культур<sup>11</sup>. В публикациях отра-

<sup>9</sup> Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси.— МИА. М., 1953, № 32, 260 с.; Он же. Техника обработки металла в Древней Руси.— М., 1953. 160 с.; Он же. Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого. МИА. М., № 65, с. 7—120.

<sup>10</sup> Колчин Б. А., Круг Ю. О. Физическое моделирование сыродутного производства железа.— В кн.: Археология и естественные науки. М., 1965, с. 196—215.

<sup>11</sup> Вознесенская Г. А. Обработка железа у племен черняховской культуры.— КСИА. М., 1970, вып. 121, с. 34—38; Хомутова Л. С. Металлообработка на поселениях дьяковской культуры.— СА, 1978, № 2, с. 62—77; Вознесенская Г. А. Металлы Троицкого городища.— В кн.: Археология и естественные науки. М., 1965, с. 129—138; Она же. Металлообрабатывающее производство у лесостепных племен Восточной Европы в первой половине I тыс. н. э.: Автореф. ... канд. ист. наук.— М., 1971. 24 с.; Она же. Техника обработки железа и стали.— В кн.: Барцева Т. Б., Вознесенская Г. А., Черных Е. Н. Металл черняховской культуры. М., 1972, с. 8—49; Старостин Н. Н., Хомутова Л. С. Железообработка у племен именинковой культуры.— СА, 1981, № 3, с. 208—217.

жены особенности и технология металлообработки, уровень развития и организации кузнечного ремесла. Определенный вклад внесла Г. А. Вознесенская в исследование металлообработки у славян<sup>12</sup>. Интересные результаты по этому региону дали работы В. К. Михеева, Г. Е. Афанасьева и А. Г. Николаенко, посвященные ремесленному производству болгаро-аланского населения Подонья в VIII—X вв., в ходе которых изучено не только железоделательное производство, но и обработка черного металла<sup>13</sup>.

На Украине особых успехов в историко-технологических исследованиях добился коллектив авторов — Б. А. Шрамко, Л. А. Солнцев и Л. Д. Фомин. Широко применяя рентгено-, макро- и микроструктурный анализы, они всесторонне осветили металлообрабатывающее производство в Скифии<sup>14</sup>. Нельзя не отметить также работу В. Д. Гопака по кузнечному ремеслу славян Днепро-Днестровского междуречья в VI—VIII вв. н. э., в основу которой положены многочисленные металлографические анализы металлического инвентаря<sup>15</sup>. Автором всесторонне показана технология производства изделий, приводятся доказательства общности технологических традиций раннеславянского и древнерусского ремесла. Вместе с тем В. Д. Гопаку удалось выявить и локальные особенности кузнечного ремесла, характерные для изучаемой территории. Определенного интереса заслуживают некоторые наблюдения над общественной функцией кузнечного производства и социального положения кузнецов славян.

<sup>12</sup> Вознесенская Г. А. Кузнечное производство у восточных славян в третьей четверти I тыс. н. э.— В кн.: Древняя Русь и славяне. М., 1978, с. 61—65; Она же. Металлографические исследования кузнечных изделий из раннеславянских памятников.— КСИА. М., 1967, вып. 110, с. 125—128; Она же. Техника кузнечного производства у восточных славян в VIII—X вв.— СА, 1979, № 2, с. 70—76; Она же. Обработка черного металла на городище Титчиха.— В кн.: Москаленко А. А. Городище Титчиха. Воронеж, 1965, с. 251—262.

<sup>13</sup> Михеев В. К. Основные ремесленные производства болгаро-аланского населения Подонья в VIII—X вв.: Автореф. ... канд. ист. наук. Харьков, 1968. 19 с.

<sup>14</sup> Шрамко Б. А., Солнцев Л. А., Фомин Л. Д. Техника обработки железа в лесостепной Скифии.— СА, 1963, № 4, с. 36—57; Они же. Новые исследования техники обработки железа в Скифии.— СА, 1971, № 4, с. 140—152; Шрамко Б. А. Орудия скифской эпохи для обработки железа.— СА, 1969, № 3, с. 52—69.

<sup>15</sup> Гопад В. Д. Кузнечное ремесло славян Днепровско-Днестровского междуречья в VI—XIII вв. н. э.: Автореф. ... канд. ист. наук. Киев, 18 с.



Металлургия и кузнечная обработка железа I тыс. н. э. хорошо изучена в Белоруссии исследованиями М. Ф. Гурина, в ходе которых решены основные вопросы технологии металлургии и металлообработки железа. Работы выполнены на высоком методическом уровне с применением современного лабораторного оборудования<sup>16</sup>.

В Прибалтике историей металлургии и технологии производства железных изделий занимаются А. К. Антейн и Й. Станкус. Ими изучено железоделательное и железообрабатывающее производство на территории Латвийской ССР с раннего железного века до начала XVIII в.<sup>17</sup>, кузнечное ремесло в Литве (II—XIII вв. н. э.)<sup>18</sup>, всестороннее освоение производство дамасской стали — вершины кузнечной техники в странах Балтийского моря в эпоху средневековья<sup>19</sup>.

Железоделательному и железообрабатывающему производству в древней Грузии посвящены монографии В. Е. Артилаква и И. А. Гзелишвили. В работе И. А. Гзелишвили рассмотрено значительное количество железоплавильных печей предантичного периода, зрелого и позднего средневековья. Для характеристики сыродутного процесса приводятся данные минералогического и химического составов железистых шлаков и глиняных обмазок<sup>20</sup>. Е. А. Артилаква исследует кузнечное ремесло эпохи раннего и позднего средневековья, привлекая для этого, помимо

<sup>16</sup> Гурин М. Ф. Металлургия и кузнечная обработка железа в Белорусском Поднепровье: Автореф. ... канд. ист. наук. Вильнюс, 1979. 26 с.; Он же. К истории древней металлургии железа в Белоруссии. — Вестн. АН БССР, № 2, Сер. гуманитар. наук. — Минск, 1977, с. 108—114; Побаль Л. Д., Гурин М. Ф. Железные изделия с Таймакова Быхауского района. — Вестн. АН БССР, № 2, Сер. гуманитар. наук. — Минск, 1975, с. 101—103; Гурин М. Ф. Металлографические исследования железных предметов из Абидни (Белоруссия). — СА, 1980, № 4, с. 251—259.

<sup>17</sup> Антейн А. К. Металлургия и технология изготовления изделий из черных металлов на территории Латвийской ССР до начала XVIII в.: Автореф. ... канд. техн. наук. Рига, 1962. 32 с.

<sup>18</sup> Станкус Й. История технологии производства железных изделий на территории Литвы во II—XIII вв.: Автореф. ... канд. ист. наук. — Вильнюс, 1971. 32 с.

<sup>19</sup> Антейн А. К. Дамасская сталь в странах бассейна Балтийского моря. Рига, 1973. 130 с.

<sup>20</sup> Гзелишвили И. А. Железоплавильное производство в древней Грузии. Тбилиси, 1964. 119 с.

традиционных археологических методов, металлографические анализы 57 изделий из черного металла. Для реконструкции кузнечного ремесла используются этнографические и письменные источники<sup>21</sup>.

Территория Дальнего Востока изучена по материалам чжурчженских ремесленников XII в. В. Д. Леньковым. В изданных им работах освещены устройство плавильных печей и горнов, реконструируется процесс получения железа и чугуна, их обработка. Интересен опыт автора по применению физико-химических анализов для выявления сырьевой базы чжурчженской металлургии<sup>22</sup>.

В Сибири наиболее хорошо изученной является Хакасско-Минусинская котловина, издавна привлекающая внимание археологов. Долгие годы разведкам и раскопкам памятников черной металлургии посвящали Я. И. Сунчугашев. Результаты научных изысканий изложены им в обобщающем труде «Древняя металлургия Хакасии»<sup>23</sup>. В монографии на основании большого фактического материала прослеживается история черной металлургии с конца I тыс. до н. э. по XII в. н. э. Автором исследуются сыродутные горны таштыкской эпохи и раннего средневековья, поселения и быт металлургов, организация металлургического и кузнечного ремесла. В соседней Туве Я. И. Сунчугашевым изучены техника горнодобычи и железоплавильной эпохи раннего железа<sup>24</sup>.

Металлургия и металлообработка у некоторых кочевых и полукочевых народов Азии рассмотрены Хоанг Ван Кхоаном на материалах Южной Сибири<sup>25</sup>. Автором исследованы сыродутные горны гунно-сарматской эпохи и

<sup>21</sup> Артилаква В. Е. Железообрабатывающее ремесло в древней Грузии. Тбилиси, 1976. 263 с.

<sup>22</sup> Леньков В. Д. Металлургия и металлообработка у чжурчженей в XII в. Новосибирск, 1974. 171 с.; Он же. К характеристике чугуновых изделий чжурчженских ремесленников XII—XIII вв. — В кн.: Древние культуры Сибири и Тихоокеанского бассейна. Новосибирск, 1979, с. 182—191; Леньков В. Д., Шека С. А. Опыт выявления сырьевой базы чжурчженской металлургии по данным физико-химических анализов. — СА, 1982, № 1, с. 195—203.

<sup>23</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия Хакасии. Новосибирск, 1979. 191 с.

<sup>24</sup> Сунчугашев Я. И. Горное дело и выплавка металлов в древней Туве. М., 1969. 140 с.

<sup>25</sup> Хоанг Ван Кхоан. Черная металлургия и металлообработка в Южной Сибири от начала железного века до монгольской эпохи: Автореф. ... канд. ист. наук. М., 1974. 31 с.



средневековья, располагающиеся в Туве и Хакасии. Наряду с этим металлографически изучены 213 находок из черного металла, распределяющихся следующим образом: Минусинская котловина — 137 экз., Тува — 46 экз., Алтай — 30 экз. (из них относящихся ко второй половине I тыс. н. э. — 25 экз.). На основании металлографических данных автором в общих чертах освещены этапы развития кузнечной продукции и ее конструктивные схемы. Проведенные анализы показали отсутствие в кузнечном производстве народов Южной Сибири исследуемого периода передовых технических элементов, присущих ремесленникам Средней Азии и Востока. Теме металлургии и металлообработки железа в нашей стране, помимо упомянутых работ, посвящены публикации М. Е. Массона<sup>26</sup>, А. М. Ефимовой, Н. Н. Тереховой, Л. М. Плетневой<sup>27</sup> и др.

В целом изучение работ советских историков, анализирующих металлургию и металлообработку населения различных регионов страны эпохи железа, позволяет определить методику исследования проблемы, проследить динамику ремесла с момента его возникновения, выявить общее и особенное в развитии различных районов, обобщить сравнительные данные.

Следующей, наиболее важной, группой работ являются публикации, относящиеся непосредственно к исследуемому региону. На территории Алтая первые научные археологические исследования памятников культуры кочевников-скотоводов были произведены В. В. Радловым в 1865 г.<sup>28</sup> В результате проведенных раскопок в Центральном, Южном и Западном Алтае им собран значительный археологический материал, сразу привлечший внимание историков к самобытной материальной культуре алтайского населения. Опираясь на полученные ис-

<sup>26</sup> Массон М. Е. К истории черной металлургии Узбекистана. — Ташкент, 1947. 47 с.

<sup>27</sup> Ефимова А. М. Черная металлургия города Болгара. — МИА, М., 1958, № 61, с. 292—315; Терехова Н. Н. Технология чугунолитейного дела у древних монголов. — СА, 1974, № 1, с. 69—78; Малолетко А. М., Плетнева Л. М. Железодельное производство в позднем средневековье. — В кн.: 250 лет горного производства на Алтае. Барнаул, 1977, с. 13—15.

<sup>28</sup> Радлов В. В. Сибирские древности. — В кн.: Записки Императорского Русского Археологического Общества. — СПб., 1895, т. 7, с. 145—216; Захаров А. А. Материалы по археологии Сибири: Раскопки академика В. В. Радлова в 1865 г. — Тр./ГИМ. М., 1926, вып. 1, с. 72—106.

точники, В. В. Радлов предпринял попытку их исторической интерпретации. В настоящее время многие из его выводов устарели, тем не менее заслуга В. В. Радлова состоит в том, что он первым произвел систематические раскопки памятников на Алтае.

В 20-х гг. С. И. Руденко и А. Н. Глуховым предприняты раскопки могильника Кудыргэ, ставшего перво-степенным историческим источником позднекочевнического населения Алтая и сопредельных территорий<sup>29</sup>. После введения в научный оборот материалов могильника ни одна крупная работа по истории Алтая раннего средневековья не обходилась без их привлечения. Помимо Кудыргэ С. И. Руденко и А. Н. Глухов начали исследование могильников Сростки и Катанда.

Систематическое накопление археологического материала поставило вопрос о хронологии открытых памятников. Первым опытом в этом отношении явилась публикация М. П. Грязнова, посвященная древним культурам Алтая<sup>30</sup>. В результате проведенной им классификации известные памятники эпохи железа подразделены на три стадии, соответствующие эпохам раннего железа и раннего средневековья.

Значительный вклад в изучение археологических памятников Алтая внесли Л. А. Евтюхова и С. В. Киселев, руководившие Саяно-Алтайской экспедицией в 30-х гг. Совместно с А. П. Марковым и С. М. Сергеевым раскопано несколько десятков курганов, относящихся к I тыс. н. э.<sup>31</sup> Кроме раскопок Л. А. Евтюховой проведено изучение каменных изваяний Алтая<sup>32</sup>.

Опираясь на имеющиеся к этому времени материалы, С. В. Киселев, впервые монографически, исследовал исто-

<sup>29</sup> Руденко С. И. Алтайская экспедиция. — В кн.: Этнографическое исследование 1924—1925 гг. Л., 1926, с. 61—78.

<sup>30</sup> Грязнов М. П. Древние культуры Алтая. — В кн.: Материалы по изучению Сибири. Новосибирск, 1930, вып. 2, с. 3—14.

<sup>31</sup> Киселев С. В. Саяно-Алтайская археологическая экспедиция в 1935 г. — СА, 1936, № 1, с. 282—284; Евтюхова Л. А., Киселев С. В. Отчет о работах Саяно-Алтайской экспедиции в 1935 г. — Тр./ГИМ. — М., 1941, вып. 16, с. 75—117; Киселев С. В. Курайская степь и Старобардинский район 1935 г. — В кн.: Археологические исследования в РСФСР 1934—1936 гг. — М.: Л., 1941, с. 298—304.

<sup>32</sup> Евтюхова Л. А. Каменные изваяния Северного Алтая. — Тр./ГИМ. М., 1941, вып. 16, с. 119—134.



рию населения Южной Сибири<sup>33</sup>. Одна из глав книги специально посвящена Алтаю V—X вв. н. э. Для написания истории Алтая эпохи средневековья С. В. Киселевым разработана собственная периодизация известных археологических памятников. К наиболее ранним отнесены могилы Кудыргэ, большинство курганов Курайской степи и с. Тузкта, датированные VI—VIII вв.; к более поздним — могильник Сrostки и часть могил в Курайской степи (IX—X вв. н. э.). В монографии дана подробная характеристика общественного строя, культуры, хозяйства, погребального обряда алтайских тюрок.

Большое значение для истории населения Алтая, особенно степной части, имели четырехлетние (1946—1949 гг.) полевые работы М. П. Грязнова, изучившего значительное количество археологических памятников. В вышедшем из печати обобщающем труде М. П. Грязнова проведена последовательная их периодизация, охарактеризована материальная и духовная культура населения эпохи раннего средневековья, освещены многие вопросы, связанные с хозяйственными занятиями алтайцев<sup>34</sup>.

Совершенствование методики исследований археологических памятников поставило задачу разработки стройной периодизации позднесредневековых могил. Эта задача была успешно решена А. А. Гавриловой<sup>35</sup>. Уточняя и дополняя периодизации, предложенные С. В. Киселевым и М. П. Грязновым, А. А. Гаврилова выделила 6 хронологических типов могил, отражающих изменения в материальной культуре и обряде погребения: 1) одиноцкий — II—III вв. н. э.; 2) берельский — IV—V вв. н. э.; 3) кудыргинский — VI—VII вв. н. э.; 4) катандинский — VII—VIII вв. н. э.; 5) сrostкинский — VIII—X вв. н. э.; 6) часовенногорский — XIII—XIV вв. н. э. Рассмотренная периодизация не утратила своего значения поныне и использована в данной работе.

Таким образом, в результате коллективных усилий советских ученых к началу 70-х гг. была изучена история алтайского населения раннего средневековья.

Последнее десятилетие представляет начало нового этапа исследований древней истории Алтая. Полевые работы В. А. Могильникова<sup>36</sup> на р. Алее, Д. Г. Савинова в Сайлюгемской степи и предгорьях Алтая<sup>37</sup>, В. Д. Кубарева в Южном Алтае<sup>38</sup> привели к новым открытиям, позволяющим судить о расселении алтайских племен, этнической и культурной принадлежности археологических памятников<sup>39</sup>.

Несмотря на множество имеющихся публикаций, за-

<sup>36</sup> Могильников В. А. Работы Алейской экспедиции. — В кн.: Археологические открытия 1971 г. М., 1972, с. 299—300; Могильников В. А., Конников Б. А., Лунев В. Б. и др. Алейская экспедиция. — В кн.: Археологические открытия 1972 г. М., 1973, с. 229—230; Могильников В. А., Конников Б. А., Литвинович Н. С., Шнырев В. П. Алейская экспедиция. — В кн.: Археологические открытия 1973 г. М., 1974, с. 213—214; Медникова Э. М., Могильников В. А., Уманский А. П., Шемякина А. С., Сергин В. Я. Работы Алейской экспедиции. — В кн.: Археологические открытия 1974 г. М., 1975, с. 222—223; Медников Э. М., Могильников В. А., Суразаков А. С. Работы на Верхнем Алее. — В кн.: Археологические открытия 1975 г. М., 1976, с. 261—262; Могильников В. А. Работы на Верхнем Алее. — В кн.: Археологические открытия 1976 г. М., 1977, с. 224.

<sup>37</sup> Савинов Д. Г. Осиновский могильник на Северном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1970 г. М., 1971, с. 219—220; Савинов Д. Г. Археологические памятники в районе хребта Чихачева. — В кн.: Археологические открытия 1971 г. М., 1972, с. 286—287.

<sup>38</sup> Кубарев В. Д. Работы в Горном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1975 г. М., 1976, с. 251—255; Он же. Первые работы в долине р. Юстыд. — В кн.: Археологические открытия 1976 г. М., 1977, с. 209—211; Он же. Курганы Юстыда. — В кн.: Археологические открытия 1977 г. М., 1978, с. 242—244; Кубарев В. Д., Зяблицкий С. С., Чевалков Л. М., Гребенщиков А. В. Разведка в Горном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1977 г. М., 1978, с. 244—245; Кубарев В. Д., Кадиков Б. Х., Чевалков Л. М. Разведки по рекам Аргут, Чуя, Башкаус. — В кн.: Археологические открытия 1979 г. М., 1980, с. 212—213.

<sup>39</sup> Савинов Д. Г. О границах государства енисейских кыргызов в IX—X вв. — В кн.: Проблемы этногенеза народов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1973, с. 91—92; Он же. Об этническом аспекте образования раннеклассовых государств в Центральной Азии и Южной Сибири в эпоху раннего средневековья. — В кн.: Этногенез и этническая история народов Сибири и сопредельных территорий. Омск, 1979, с. 41—45; Могильников В. А. Тюркское население северо-западных предгорий Алтая конца I тыс. н. э. и его связи с западносибирской лесостепью. — В кн.: Этногенез и этническая история тюркоязычных народов Сибири и сопредельных территорий. Омск, 1979, с. 56—62; Савинов Д. Г. Древнетюркские курганы Узунтауа. — В кн.: Археология Северной Азии. Новосибирск, 1982, с. 102—122.

<sup>33</sup> Киселев С. В. Древняя история Южной Сибири. М., 1951. 642 с.

<sup>34</sup> Грязнов М. П. История древних племен Верхней Оби по раскопкам близ с. Большая Речка. — МИА. М., 1956, № 48, 160 с.

<sup>35</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудыргэ как источник по истории алтайских племен. М., Л., 1965. 110 с.



тронувших в той или иной степени основные проблемы истории алтайских племен, некоторые из них требуют более глубокой разработки. Недостаточно изученными остаются вопросы, связанные с хозяйственной деятельностью населения эпохи раннего средневековья, в частности, металлургическое и кузнечное ремесла.

До недавнего времени основным источником для суждения о характере металлургии алтайских тюрок являлись отрывочные сведения династических хроник, переведенные Н. Я. Бичуриным<sup>40</sup>. Впервые на археологический материал при освещении железоделательного производства обратил внимание С. В. Киселев, осматривавший в Курайской степи развалы железистых шлаков<sup>41</sup>. На основании осмотров им были сделаны, на наш взгляд, правильные выводы о сыродутном способе получения железа в средневековье.

В дальнейшем отдельные развалы сыродутных шлаков фиксировались В. Д. Кубаревым и Ф. Б. Бакштом, специально не занимающимися данной проблемой<sup>42</sup>. Им же сделано несколько спектральных анализов сыродутных шлаков на отдельные химические элементы.

На протяжении последних лет вопросами металлургии железа на Алтае занимался автор настоящей работы<sup>43</sup>.

<sup>40</sup> Бичурин Н. Я. Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена. — М.: Л., 1950, т. 1, с. 221, 226—228.

<sup>41</sup> Евтюхова Л. А., Киселев С. В. Отчет о работах Саяно-Алтайской археологической экспедиции в 1935 г. — Тр. ГИМ, М., 1941, вып. 16, с. 75—117; Киселев С. В. Древняя история Южной Сибири. — М., 1951, 515 с.

<sup>42</sup> Кубарев В. Д. Археологические памятники Кош-Агачского района. — В кн.: Археологические поиски (Северная Азия). Новосибирск, 1980, с. 85—89; Кубарев В. Д., Бакшт Ф. Б. Археологические памятники междуречья Барбургазы и Юстыда. — Изв. Сибирского отделения АН СССР, 1976, № 1. Сер. обществ. наук. Новосибирск, 1976, вып. 1, с. 94—98.

<sup>43</sup> Елин В. Н., Зиняков Н. М. Разведочные работы в Горном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1976 г. М., 1977, с. 202—203; Зиняков Н. М. Технология производства железных предметов Елькаевской коллекции. — В кн.: Южная Сибирь в скифо-сарматскую эпоху. Кемерово, 1976, с. 106—114; Он же. Исследование памятников черной металлургии в Горном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1977 г. — М., 1978, с. 231—232; Он же. Исследование горно-металлургического центра в Горном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1978 г. М., 1979, с. 225—226; Он же. Некоторые особенности металлургии железа в юго-восточном Алтае эпохи раннего средневековья. — В кн.: Проблемы западно-сибирской археологии. Новосибирск, 1981, с. 120—123.

С целью выявления памятников черной металлургии проведены планомерные разведки практически на всей территории Горного Алтая. Большая часть открытых памятников изучена в процессе стационарных раскопок. В результате полевых исследований получен многочисленный материал, позволяющий судить об устройстве сыродутных печей, технологии получения железа и ее особенностях, связи железоделательного производства с источниками сырья и т. п.

Наряду с изучением металлургического производства дальнейшей разработки требуют проблемы кузнечного ремесла. В настоящее время имеется лишь 25 микроструктурных анализов инвентаря алтайцев второй половины I тыс. н. э., приведенных в труде Хоанг Ван Кхоана, посвященном металлургии и технологии обработки черного металла в Южной Сибири<sup>44</sup>. Проведенные им металлографические исследования железных изделий в определенной степени характеризуют технологию кузнечного производства, однако не позволяют осветить ее достаточно полно.

Исходя из важности и степени изученности проблемы производства и обработки металлов на Алтае, автор избрал последнюю темой своего исследования. Целью работы является: показать уровень развития черной металлургии и кузнечного ремесла и определить роль ремесла и ремесленников в социально-экономической структуре алтайских племен VI—X вв. н. э. В связи с этим предполагается исследовать: возможные источники сырья; территориальное расположение и конструкции сыродутных печей; технологию получения и кузнечной обработки железа и стали; степень распространения металлических изделий; письменные и этнографические данные о материальной и духовной культуре кочевых племен.

Научная новизна исследования заключается в том, что практически впервые: 1) выделен в процессе изучения неизвестный ранее горно-металлургический район эпохи раннего средневековья в юго-восточной части Алтая; 2) введен в научный оборот весь комплекс памятников металлургии Алтая, не имеющих прямых аналогий в советской археологической литературе;

<sup>44</sup> Хоанг Ван Кхоан. Черная металлургия и металлообработка... 31 с.



3) поставлена и на основе естественных наук решена проблема металлургии и металлообработки железа на Алтае в VI—X вв., в частности: а) проведены химические и термические анализы железных шлаков и руд Алтая; б) металлографически изучена основная масса изделий из черного металла, происходящих фактически из всех известных археологических памятников Алтая; в) на основе химических, термических и металлографических анализов реконструирована технология черной металлургии и кузнечного ремесла алтайского населения;

4) осуществлен анализ сходства и различий технологии железоделательного и железообрабатывающего производства Алтай и сопредельных территорий;

5) поставлены и решены некоторые проблемы роли ремесла и ремесленников в социально-экономической структуре алтайского общества.

Теоретической и методологической основой написания монографии явились положения марксизма-ленинизма о роли общественного производства в развитии человеческого общества.

К. Маркс и Ф. Энгельс указывали, что первым историческим актом было производство средств, необходимых для удовлетворения потребностей людей, производство материальной жизни<sup>45</sup>. Являясь основой жизни людей, общественное производство включает в себя процесс взаимодействия человека с природой и совокупность возникающих при этом экономических отношений. Причем К. Маркс подчеркивал неразрывную связь между собой двух сторон общественного производства: производительных сил и производственных отношений и ведущую роль первых в историческом развитии. Говоря о развитии производственных сил, он отмечал, что уровень их определяется степенью общественного разделения труда, развитием средств труда, прежде всего техники, а также производственных навыков и научных знаний людей. Следовательно, воспроизведя последние, можно судить об уровне производственных сил и соответствующих им производственных отношений. «Таковую же важность, какую строение останков костей имеет для изучения организации исчезнувших животных видов, останки средств труда имеют для изучения исчезнувших общественно-эконо-

<sup>45</sup> Маркс К., Энгельс Ф. *Немецкая идеология*. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 3, с. 26.

мических формаций. Экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда. Средство труда не только мерило развития человеческой рабочей силы, но и показатель тех общественных отношений, при которых совершился труд», — писал К. Маркс<sup>46</sup>.

Источниковой базой изучения железоделательного производства явились материалы археологических экспедиций, проведенных автором настоящей работы в течение полевых сезонов 1976—1979 гг.: железные руды, древесные угли, сыродутные печи, железистые шлаки, восстановленное железо (крицы). Всего было изучено 30 памятников черной металлургии, находящихся в Кош-Агачском районе Горно-Алтайской автономной области.

В основу изучения металлообрабатывающего (кузнечного) производства легли археологические материалы, собранные русскими и советскими исследователями Алтая в течение последних 120 лет экспедиционных работ: коллекции В. В. Радлова, С. И. Руденко, М. П. Грязнова, А. А. Гавриловой, М. Г. Елькина, В. Д. Кубарева, В. А. Могильникова, Д. Г. Савинова, С. С. Черникова. Изученные материалы хранятся в Институте археологии АН СССР, Государственном историческом музее, Государственном Эрмитаже, Институте истории, филологии и философии СО АН СССР, Музее археологии и этнографии Сибири Томского государственного университета, Музее археологии Сибири Кемеровского государственного университета, Бийском, Горно-Алтайском, Прокопьевском, Усть-Каменогорском краеведческих музеях, Горно-Алтайском пединституте.

В общей сложности автором работы проведено 216 микроструктурных анализов изделий, происходящих с памятников Алтая, и 116 — с сопредельных территорий. Ценные сведения для написания исследования были почерпнуты из письменных и этнографических источников, заметок путешественников, фольклора, экспериментальных данных по выплавке железа сыродутным способом исследователей Б. А. Колчина, Ю. С. Круга, М. Радвана, Р. Плейнера.

Учитывая, что железоделательное и железообрабаты-

<sup>46</sup> Маркс К. *Капитал: Критика политической экономии*. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, с. 383.



вающее производства имели специфические для каждого технологические особенности, оборудование и инструменты. При исследовании их были применены различные методики, изложение которых дается в соответствующих главах.

При написании монографии встретились определенные трудности. Так, в ходе исследования сыродутных печей, в силу их специфики как памятников черной металлургии (отсутствие культурного слоя), обнаружено сравнительно мало датирующего материала, что затрудняло их точное хронологическое определение.

В процессе отбора материала для металлографических исследований предполагалось изучить технологию кузнечного ремесла на Алтае по трем периодам, выделенным А. А. Гавриловой: VI—VII вв., VII—VIII вв. и VIII—X вв. Однако плохая сохранность металлических изделий заставила сгруппировать материал по двум хронологическим группам: VI—VIII вв. и VIII—X вв. Исходя из того, что проблема социально-экономического развития кочевников сложна и многопланова, автор не претендует на полноту ее освещения, ибо это может быть осуществлено лишь совместными усилиями многих специалистов.

## ГЛАВА I

### ЖЕЛЕЗОДЕЛАТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Во второй половине I тыс. н. э. племена, населявшие Алтай, уже были знакомы с железом, производя из него орудия труда, оружие, принадлежности конской сбруи и домашнюю утварь. Все операции, связанные с производством металлических изделий, делились на две стадии: 1) получение самого металла из руды; 2) изготовление из него путем соответствующей обработки предметов вооружения, труда и быта. Изучение первой из них — железоделательного производства — и составляет содержание данной главы.

Составными частями исследования проблемы железоделательного производства алтайских племен являлись выбор методики, анализ основных источников, на основании которых можно судить о производстве железа на Алтае: железных руд, сыродутных горнов, образцов топли-

ва и отходов металлургического процесса (шлаков); воспроизведение на основе полученных данных технологической схемы и определение уровня развития металлургии железа на Алтае в VI—X вв. н. э.

### Методика исследования

Важное значение для разработки темы имеет выбор методики, представляющей собой совокупность способов выявления и обработки необходимых данных, на основании которых реконструируется в целом процесс производства железа.

Исходные данные изучения сыродутного процесса: конструкции сыродутных печей, образцы железных шлаков, руд, древесного угля — выявлялись в ходе полевых исследований. Особое значение при этом имело восстановление конструкций сыродутных печей разной степени сохранности, игравших важнейшую роль в технологическом процессе. В ходе полевых работ производилось полное исследование печей посредством фиксирования составляющих конструктивных элементов, главными из которых являлись: рабочая камера, воздухоподводящее устройство, горновое отверстие со шлакоотводным каналом и предгорновое углубление. При изучении рабочей камеры определялась технология ее изготовления, фиксировались все параметры, позволяющие определить внутренний объем. После расчистки сыродутной печи большое внимание уделялось внутренней поверхности рабочей камеры. При осмотре глиняной поверхности шахты выявлялась степень ее прокалиенности на всем протяжении, снизу доверху. С особой тщательностью расчищалось и фиксировалось воздухоподводящее устройство как один из важнейших элементов сыродутной печи. Неординарное отношение к воздухоподводящему устройству объяснялось также тем обстоятельством, что обнаруженная конструкция до сих пор не встречалась в археологической практике нашей страны.

Химический состав руд и шлаков исследовался в лабораторных условиях. Для лабораторных исследований с каждой сыродутной печи отбирались соответствующие образцы. Основным методом определения их состава являлся количественный химический анализ на окислы:  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,



$P_2O_5$ ,  $SO_2$ . На основании полученных данных можно было судить о качестве употребляемой алтайскими металлургами железной руды, количестве выхода чистого железа, использовании в производстве флюсов.

Серьезное значение в реконструкции процесса получения металла имеет определение температурного режима плавки. Последнее осуществлялось на основании экспериментальных плавок отобранных шлаков в муфельных печах «СШВЛ» и «Силитовая-2».

Наличие данных о конструкциях сыродутных печей, составе исходной руды и шлаков и термических анализах позволило достаточно полно реконструировать древний металлургический процесс в совершенно неизвестном ранее типе сыродутных печей и вычислить количество получаемого алтайскими металлургами металла и шлака из исходной руды.

Исчисление количества выхода железа и шлака проводилось по методике, предложенной А. А. Байковым<sup>1</sup>. Учитывая, что в работе А. А. Байкова приведены лишь результаты расчетов, представляется целесообразным показать их последовательность. Для удобства расчеты показаны в буквенном выражении.

На основании химического анализа исходной руды подсчитывается количество шлакообразующих примесей (f) в 100 кг руды:

$$f = a + b + c + d + e + n \dots$$

где a, b, c, d, e — количественное выражение химического анализа окислов:  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ .

Шлак состоит из 66,51% окислов железа ( $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ) и соответственно 33,49% примесей.

Следовательно, количество шлака из 100 кг исходной руды (g)

$$\frac{f \cdot 100}{33,49} = g.$$

При этом на шлакообразование уходит чистого железа (h)

$$\frac{g \cdot l \cdot m}{100 \cdot r} + \frac{g \cdot s \cdot k}{100 \cdot t} = h,$$

<sup>1</sup> Байков А. А. Физико-химические основы способов прямого восстановления железа из руд. — Собр. трудов, т. 2. — М., 1949, с. 360

где g — количество шлака, получаемого из 100 кг исходной руды; l — количественное выражение химического анализа на закись железа в шлаке; m — молекулярный вес железа в закисном состоянии ( $FeO$ ); r — молекулярный вес закиси железа ( $FeO$ ); s — количественное выражение химического анализа на окись железа в шлаке; t — молекулярный вес окиси железа ( $Fe_2O_3$ ); k — молекулярный вес железа, находящегося в окисном состоянии ( $Fe_2O_3$ ).

Затем подсчитывается количество железа в 100 кг руды

$$(p): \frac{i \cdot 100 \cdot m}{100 \cdot r} + \frac{u \cdot 100 \cdot k}{100 \cdot t} = p,$$

где i — количественное выражение химического анализа на закись железа в руде; u — количественное выражение химического анализа на окись железа в руде.

Таким образом, из 100 кг руды получается чистого железа p—h. При этом, как было показано, образуется g кг шлака.

Для определения вероятного применения флюсов при плавке руды необходим учет процентного соотношения содержания шлакообразующих компонентов ( $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ) в шлаке по сравнению с содержанием их в приготовленной для плавки руды.

Таким образом, основными методами получения необходимых для исследования исходных и конечных данных явились: определение параметров и конструктивных особенностей производственных сооружений, химические и термические анализы компонентов плавки и математические расчеты, конечных результатов железнотельного производства.

## Железные руды Алтая

Железорудные месторождения и рудопроявления на Алтае многочисленны, однако распространены неравномерно (рис. 1). Картографирование их показывает, что на большей части территории Алтая рудные месторождения отсутствуют. Известные в настоящее время месторождения локализуются в трех районах: юго-восточном, западном и северо-восточном.



В юго-восточном районе зафиксировано около 65 месторождений и рудопроявлений. Наиболее крупными из них являются:

Рудопроявления верховьев р. Калгуты. Геологические изучения в верховьях р. Калгуты проводились геолого-съёмочной партией ЗСГУ под руководством В. А. Мартынова. В указанном районе открыто крупное железорудное месторождение и около 10 рудопроявлений<sup>2</sup>. Калгутинское железорудное месторождение расположено в верховьях р. Правой Калгуты на высоте 2700 м (рис. 1). Железорудный горизонт мощностью 41—48 м прослеживается на протяжении 2,5 км. Он представлен слоистым кремнисто-глинисто-гематитовыми породами<sup>3</sup>. Химический анализ руды показывает ее состав: рудное железо — от 14,75 до 34,5%, закись железа — 0,85—1,66%, глинозем — 7,25—13,7%, кремнезем — 40,39—55,5%, марганец — сотые доли процента<sup>4</sup>. Выше-названные 10 рудопроявлений железа расположены в бассейне р. Калгуты.

Участок Рудный Лог обследован Кош-Агачской геофизической партией Горно-Алтайской геофизической экспедиции под руководством Н. К. Козыриной. Месторождение расположено на высоте 2400 м, в 45 км от с. Кош-Агач (рис. 1). Рудное тело, мощностью от 5 до 40 м, прослеживается на протяжении 2 км. Рудный минерал представлен гематитом с содержанием железа от 35 до 45,23%. Среди нерудных минералов преобладает кварц<sup>5</sup>.

Вблизи описанного участка в бассейне р. Аландрык, в логу Баратол, на участке Красная Горка, в верховьях р. Барату, в общей сложности на протяжении 23 км, располагаются свалы и коренные выходы железных руд. На территории этого оруднения, кроме гематитовых, находятся также гематито-магнетитовые руды.

Участок Лог Аксай расположен в 45 км к

югу от с. Кош-Агач. Указанный район обследовался партией ЗСГУ в 1961 г. и Горно-Алтайской геофизической экспедицией в 1952 г. На территории, площадью 1,3 км<sup>6</sup>, располагаются коренные выходы и многочисленные свалы гематитовых руд (рис. 1).

Бассейн р. Тархаты. Работами шлихтовой партии ЗСГУ в русле этой реки на протяжении 30 км, до выхода ее в Чуйскую степь, прослеживаются многочисленные обломки железной руды. В верховьях р. Тархаты, вблизи устья р. Курок, крупные обломки руды располагаются в 100—120 м над руслом реки. Железные руды в этом районе представлены в основном магнетитом.

Верховья р. Чуи. В настоящее время район слабо изучен. Поиски железорудных месторождений планируются в начале 80-х гг. Надо думать, что с развертыванием этих работ будут открыты новые рудные тела, так как геологическая обстановка в этом районе аналогична вышеописанным территориям. Кроме того, археологическими работами в бассейне рек Юстыд и Бугузун обнаружены обломки железных руд на памятниках черной металлургии, которые свидетельствуют о наличии местных рудных источников.

Курайская степь. Все известные месторождения приурочены к северо-восточной и юго-западной окраинам Курайской степи (рис. 1). Среди них наибольшую известность имеет Квадринское месторождение. Открытые в настоящее время руды представлены магнетитом. Содержание окисного железа колеблется от 52,12 до 61,07%<sup>6</sup>.

#### Месторождения западного и северо-западного районов

В северо-западном и западном районах известно свыше 130 месторождений и рудопроявлений железа.

Коргонское железорудное месторождение. Основные работы на этом месторождении проводились партиями ЗСГУ под руководством Б. Н. Лапина и Я. Р. Зильбермана в 1949—1951 гг. Коргонское месторождение расположено в среднем течении р. Коргон, ле-

<sup>6</sup> Амийский Н. Н. Железные руды бассейна р. Кубадры. — В кн.: Новые данные по рудным полезным ископаемым Сибири. Новосибирск, 1971, с. 60.

<sup>2</sup> Железорудные месторождения Алтае-Саянской горной области. М., 1959, т. 1, кн. 2, с. 35.

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Там же, с. 36.

<sup>5</sup> Там же, с. 37.



вого притока р. Чарыш, на высоте 1000—2000 м (рис. 1). Рудные тела в форме линз или пластов достигают мощности 4—19 м. Длина рудного горизонта прослеживается на протяжении 6,25 км. Железные руды месторождения состоят в основном из гематита и кварцита. Среди других нерудных минералов имеется глинозем — 11,5% и окись кальция — от 0,16 до 0,77%. Среднее содержание рудного железа составляет 34,44%<sup>7</sup>.

Верхне-Кедровское и Средне-Кедровское железорудные месторождения. Исследовательские работы на этих месторождениях проводились партиями ЗСГУ под руководством Б. Н. Лапина в 1950—1951 гг.

Верхне-Кедровское месторождение расположено в бассейне р. Кедровки, левого притока р. Кумир (рис. 1). Рудные тела в форме линз или пластов, мощностью до 17 м, простираются в длину до 435 м. Руды на месторождении представлены гематитом. Содержание рудного железа около 25%. Основным нерудным минералом является кремнезем — 47,27%, глинозема — 4,10%. Общие запасы руд не превышают 10—20 млн т.<sup>8</sup>

Средне-Кедровское месторождение расположено также в бассейне р. Кедровки, в 2—3 км от Верхне-Кедровского, вниз по течению. Мощность рудных тел на этом месторождении ниже, чем на Верхне-Кедровском.

Кроме описанных месторождений в бассейне р. Кумир имеются многочисленные рудопроявления железа. В большинстве случаев руды в них такого же качества, что и на Верхне-Кедровском месторождении. Исключением является бассейн р. Шебюхи, на территории которого обнаружены гальки магнетита.

Коксинские железорудные месторождения. Исследовательские работы на Коксинском месторождении проводились Горно-Алтайской геофизической экспедицией в 1951 г. под руководством П. С. Ускова и В. М. Минеева и партией ЗСГУ под руководством А. В. Груздевой. Месторождения имеют две магнитные аномалии, располагающиеся на Коксинском хребте, — Коксинская 1, Коксинская 2. Железные руды на них представлены в основном гематитом. Содержание рудного

железа на аномалии Коксинская 1 составляют 26,76—33,76%, на Коксинской 2 — от 49,63 до 69,96%<sup>9</sup>.

Холзунское железорудное месторождение открыто в 1950 г. шлиховой партией ЗСГУ под руководством А. Б. Гинцингера. Холзунское месторождение располагается в верховьях р. Холзун, правого притока р. Коксу, вблизи аномалии Коксинской 1, на высоте около 2000 м (рис. 1). Гематито-магнетитовые и магнетитовые рудные тела, в форме пластов или линз, достигают мощности 120 м. Содержание рудного железа от 10 до 60%<sup>10</sup>. Нерудные минералы — кремнезем и глинозем — в сумме составляют 20—28%.

Белорецкое железорудное месторождение расположено на западных отрогах Тигерекского хребта, в среднегорной таежной местности. Рудные тела, в форме линз, достигают площади 208 000 м<sup>2</sup>. Основной рудный минерал — магнетит. Содержание железа колеблется от 31,05 до 39,1%. Среди нерудных минералов преобладают кремнезем (9,24—26,66%) и окись кальция (4,66—13,72%)<sup>11</sup>.

Теремковское месторождение находится на левом берегу р. Убы, в 7 км от пос. Строительство. Рудные тела имеют форму линз и прожилок мощностью 10—15 см и протяженностью до 5 м. В некоторых случаях отмечены минерализованные зоны мощностью до 1,5 м и длиной до 15—20 м<sup>12</sup>. Руды магнетитовые, редко гематитовые. Содержание окисного железа в среднем 52,42%<sup>13</sup>.

Харловское титаномагнетитовое месторождение расположено в устье р. Камышенки, правого притока р. Чарыш, у с. Харлово (рис. 1). Научную оценку Харловского месторождения проводила Харловская геолого-разведочная партия ЗСГУ в 1956 г. Месторождение представлено титаномагнетитовыми рудами.

<sup>9</sup> Там же, с. 26.

<sup>10</sup> Там же, с. 31.

<sup>11</sup> Там же, с. 57.

<sup>12</sup> Кассандров Э. Г. Новые данные по железным рудам Западного Алтая. — В кн.: Новые данные по гранитоидному магматизму и геологии железорудных месторождений Сибири. Новосибирск, 1978. с. 22.

<sup>13</sup> Там же, с. 24.

<sup>7</sup> Железорудные месторождения..., с. 23.

<sup>8</sup> Там же, с. 25.



Зафиксировано 10 рудных тел мощностью 30—40 м. Среднее содержание железа достигает 35—40%<sup>14</sup>.

Кузнецовское железорудное месторождение расположено в 40 км к юго-востоку от пос. Пospelиха, в предгорной части северо-западного района Алтая. Рудные тела в форме линз и жил достигают мощности 1—12 м. Железные руды в основном представлены магнетитом. Содержание растворимого железа в них достигает в среднем 53,5%<sup>15</sup>.

Полыновское месторождение расположено в верховьях рек Шумишки и Поливановки, правых притоков р. Убы. Мощность рудного горизонта около 30 м, протяженность 7,5 м. На месторождении представлены магнетитовые и магнетит-гематитовые руды. Содержание окисного железа колеблется от 28,84 до 73,03%<sup>16</sup>.

Инское железорудное месторождение находится в Чарышском районе, Алтайского края, на северном склоне Тигирекского хребта, по обеим сторонам р. Ини, левого притока р. Чарыш (рис. 1). Разведка месторождения проводилась в 1954—1955 гг. партией ЗСГУ под руководством М. И. Селиверстовой и Ю. А. Слепота. Все разведанные руды представлены магнетитом. Содержание рудного железа 21,4—62,28%<sup>17</sup>.

Кроме описанных месторождений в районе отмечено еще около 120 месторождений и рудопоявлений. Среди них — выходы железных руд в районе горы Стамовый Белок, на горе Королевский Белок, по р. Ночная Коксу и т. д.

#### Северо-восточный район

В северо-восточном районе открыто около 20 месторождений и рудопоявлений. Среди них известны отдельные коренные выходы и галька магнетита по р. Нырне, левом притоке р. Уймень, по р. Эликмонару у д. Боровлянки, по ключу Чунижекову<sup>18</sup>.

Салганская магнитная аномалия расположена к западу до истоков р. Бии, в среднем течении

<sup>14</sup> Тюлюклов Б. М. Рудные месторождения. Томск, 1976, с. 57; Железорудные месторождения..., с. 68.

<sup>15</sup> Железорудные месторождения..., с. 61.

<sup>16</sup> Кассандров Э. Г. Новые данные по железным рудам..., с. 25.

<sup>17</sup> Железорудные месторождения..., с. 66.

<sup>18</sup> Там же, с. 67.

р. Уймень (рис. 1). В ней выделяется два очага: Уйменский и Салганакский. Размеры Уйменского очага — 3,7 × 2,5 км, Салганакского — 2 × 1,2 км. В пределах аномалии фиксируются скопления титаномагнетита. Содержание рудного железа от 6,48 до 32,11%<sup>19</sup>. Вблизи аномалии известна Верхнетускульская группа гематитовых рудопоявлений прожилкового типа<sup>20</sup>.

Таким образом, все описанные месторождения и рудопоявления Алтая в основном представлены гематитовыми, гематит-магнетитовыми и магнетитовыми рудами.

Содержание растворимого железа в рудах иногда достигает 60—65%, в среднем же колеблется около 35—40%. Характерной особенностью руд является высокое содержание кремнезема — от 16 до 60%. Кремнезем на месторождениях является основным нерудным минералом. Содержание глинозема и извести — оксидов, участвующих в процессе шлакообразования, в отдельных месторождениях в сумме не превышает 13%.

Эти данные свидетельствуют о высокой и средней концентрации железа в руде, оптимальной — кальция и глинозема и чаще завышенной — кремнезема. Последнее обстоятельство требовало обогащения руды, в результате которого увеличивалось процентное содержание железа.

В тесной связи с характеристикой рудных месторождений стоит вопрос о технике горнодобычи на Алтае. По имеющимся в литературе сведениям и полевым наблюдениям автора данной работы добыча руды производилась тремя способами.

Первый из них состоит в прокладывании простых шахт — ям, представленных на современной поверхности в виде небольших углублений с отвалами железной руды, диаметром от 1 до 3 м. Подобные выработки известны в юго-восточной части Алтая, в районе горы Судаир и лога Аксай<sup>21</sup>. Особенно многочисленны они на участке Рудный Лог. По сообщению Ю. В. Никифорова, там имеется не

<sup>19</sup> Там же, с. 37.

<sup>20</sup> Кочетков И. А., Заганнов Ю. В. Перспективы восточной части Горного Алтая на железные руды в свете геофизических данных. — В кн.: Новые данные по гранитному магматизму и геологии железорудных месторождений Сибири. Новосибирск, 1978, с. 30.

<sup>21</sup> Железорудные месторождения..., с. 37.



менее одной тысячи горных выработок на железо<sup>22</sup>.

При залегании месторождения в коренных породах добыча руды велась с помощью штолен. Две такие штольни обнаружены в устье р. Барангол, на склоне горы. Штольнями выработаны две небольшие жилы гематита<sup>23</sup>. Есть основания считать, что подобным же способом велась добыча железной руды на р. Пыжа (Турочакский район) и у с. Сайдык (Майминский район)<sup>24</sup>. Описанная техника добычи руды была широко распространена в средние века<sup>25</sup>.

Третий — наиболее простой — способ добычи руды заключался в сборе ее обломков, скопления которых располагаются в бассейнах некоторых рек прямо на поверхности земли на протяжении нескольких километров. Вес рудных тел там достигает 20—30 кг и более. Отмеченные «месторождения» осмотрены автором в бассейне р. Большой Шибетты<sup>26</sup>. Ряд точек с галькой гематитовых руд известен в верховьях р. Правой Калгуты и р. Бурату (юго-восточный район Алтая)<sup>27</sup>. По данным геологической партии Западно-Сибирского геологического управления особенно многочисленны обломки железной руды находятся в бассейне р. Тархаты и прослеживаются с перерывами на протяжении 30 км. В значительной степени они представлены магнетитом. Обломки руды размером до 50×40×30 см встречаются в устье р. Курок<sup>28</sup>.

Железная руда, добываемая на месторождениях, предварительно обогащалась, т. е. путем дробления удалялись крупные куски пустой породы, а затем доставлялась к местам плавки, располагающимся по берегам рек или на склонах небольших логов и увалов вблизи водных источников.

В целом расположение и характер месторождений и рудопроявлений на Алтае показывает, что несмотря на

их многочисленность наиболее доступными для разработок в древности были районы юго-восточного Алтая. То же доказываются археологическими раскопками, дающими наибольшее количество памятников черной металлургии именно в этой части региона.

Месторождения западного и северо-западного районов Алтая, по всей видимости, не использовались в изучаемый период, так как они залегают либо в труднодоступной горнотаетежной местности с резко пересеченным рельефом, либо под мощными наносами. Что касается месторождений северо-восточного района, то их малочисленность и в известной мере труднодоступность не способствовали развитию железоделательного производства. Таким образом, естественное залегание руд явилось главной основой развития производства железа в юго-восточном районе Алтая и складывания своеобразного разделения производства и обмена с соседними территориями.

### Памятники черной металлургии

В результате многочисленных археологических изысканий, проведенных автором на территории северного, центрального, западного и юго-восточного районов Алтая, было открыто более 30 памятников металлургии железа<sup>29</sup>. Почти все они концентрируются в юго-восточной части, на базе многочисленных месторождений и рудопроявлений железа. Совокупность их позволяет выделить крупный Чуйско-Курайский горно-металлургический район в Саяно-Алтайской горной области<sup>30</sup>, включающей, кроме того, Минусинский, Тувинский<sup>31</sup> и Горно-Шорский<sup>32</sup> металлургический районы. Чуйско-Курайский горно-металлургический район расположен на высоте

<sup>22</sup> Никифоров Ю. В. Письмо в сектор истории Хакаского НИИЯЛИ, 25 декабря 1967 г.

<sup>23</sup> Устное сообщение Ю. В. Никифорова.

<sup>24</sup> Уманский А. П. Памятники культуры Алтая. Барнаул, 1969, с. 90.

<sup>25</sup> Зворыкин А. А. История горной техники. М., 1957, с. 21.

<sup>26</sup> Зиняков Н. М. Исследование горно-металлургического центра, с. 225—226.

<sup>27</sup> Железорудные месторождения, с. 36—37.

<sup>28</sup> Там же, с. 38.

<sup>29</sup> Список памятников черной металлургии см. в Приложении 3.

<sup>30</sup> В начале археологических работ нами было дано определение этому району как горно-металлургического центра (Зиняков Н. М. Исследование горно-металлургического центра в Горном Алтае. — В кн.: АО 1978 г. М., 1979, с. 225—226). Но дальнейшие исследования показали, что этот термин не несет в себе необходимого содержания, так как указанные памятники расположены на огромной площади.

<sup>31</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия..., 191 с.: Он же. Горное дело..., 140 с.

<sup>32</sup> Юриш В. По следам усчилар. — Огни Кузбасса, 1968, № 2, с. 5—8.



1500—1800 м над уровнем моря и охватывает Курайскую, Чуйскую и Сайлюгемскую степи. Памятники металлургии расположены на площади  $130 \times 34$ —40 км, в Сайлюгемской степи параметры ширины увеличиваются до 70 км.

Стационарные работы на памятниках черной металлургии дали прекрасный материал для технической реконструкции процесса получения железа сыродутным способом. Этот материал представлен прежде всего хорошо сохранившимися производственными сооружениями — сыродутными печами с предгорновыми углублениями.

Рассматриваемые сыродутные печи в настоящий момент — одни из наиболее хорошо сохранившихся среди памятников металлургии Евразии. Поэтому детальное их описание представляет большой научный интерес.

Памятник металлургического производства в урочище Төтө расположен на склонах небольшого лога, глубиной около 3 м, примыкающего к правому берегу р. Төтө, в 20 км от с. Курай. В ходе исследования вскрыто 58 кв. м. площади и обнаружено три сыродутные печи.

Сыродутная печь № 1 (рис. 2, 3). Большая часть шахты печи сооружена в яме, вырытой в материке на глубину 150 см. Нижняя часть боковых стенок выложена из крупной гальки и рваного камня на высоту 95—100 см. Толщина каменной кладки 25—30 см. При сооружении задней стенки применены каменные плиты. Передняя стенка полуразрушена. В нижней части ее оставлено отверстие для выпуска шлака. Высота отверстия — 65 см (рис. 2.11). Полученная таким образом шахта печи с внутренней стороны обмазана глиной толщиной 5—7 см. Из такой же глины возведена вся верхняя часть шахты печи.

Пол сыродутной печи (лещадь) сооружен с наклоном к передней стенке, для лучшего удаления шлаков в ходе сыродутного процесса. У горнового отверстия сооружен канал, через который производился выпуск шлака (рис. 3.11). Часть канала, прилегающая к горновому отверстию, укреплена каменными плитами, сверху которых положено перекрытие. Канал, длиной 110 см, в сечении имеет вид трапеции, расширяющейся кверху.

В боковых стенках печи на высоте 135 см от пола расположен ряд воздухоудных отверстий диаметром 3,5—4 см. На северо-восточной стенке их сохранилось 8.

первоначально, вероятно, было 10, на юго-западной стенке сохранилось только 3 воздухоудных отверстия (рис. 2, IV, V). Все воздухоудные отверстия выходят на поверхность под углом 40—50°. Длина некоторых из них достигает 15 см. Глиняная обмазка шахты вблизи отверстий оплавлена на высоту 30—40 см. Обмазка, располагающаяся ниже воздухоудных отверстий, обожжена. От долговременного функционирования сыродутной печи, под воздействием высокой температуры, земля вокруг шахты печи прокалена до красного цвета на расстоянии 20—40 см. Размеры рабочей камеры сыродутной печи: длина — 115 см, ширина — 65 см, высота — 145 см (рис. 2).

Заполнение печи составляют куски глиняной обмазки, рухнувшей в верхней колошниковой части печи, и красная обожженная земля. Мощность слоя заполнения достигает 40 см. Большая часть рабочей камеры заполнена шлаком и древесным углем (рис. 3).

Предгорновое углубление, соединяющееся с печью каналом, представляет собой вырытую в земле подчетыреугольную яму. Предназначалось оно для сбора шлака и работы металлургов в ходе плавки железа (рис. 2). Размеры раскопанного углубления: длина — 135 см, ширина — 230 см, глубина — 100—130 см.

Заполнение предгорнового углубления состоит из слабогумусированной земли и трех слоев шлака вперемешку с углем мощностью 8—15 см, разделенных двумя слоями прокаленной земли. По всей видимости, слои соответствуют количеству плавок, произведенных в данной сыродутной печи.

Сыродутная печь № 2 (рис. 4, 5) расположена на противоположной стороне лога, недалеко от печи № 1. Сооружена она в яме, вырытой в материке. Глубина ямы от древней поверхности 140 см. Нижние части боковых стенок выложены из крупных валунов и рваного камня на высоту 95—105 см. Толщина каменной кладки 20—30 см. Верхняя часть рабочей камеры возведена из глины мощностью 12 см. Задняя и передняя стенки изготовлены из каменных плит. В нижней части передней стенки оставлено специальное отверстие для выпуска шлака. Полученная таким образом шахта обмазана с внутренней стороны глиняной футировкой толщиной 4—10 см. В ходе функционирования сыродутной печи глиняная футировка неоднократно подновлялась. Особенно часто и тщательно под-



новлялась верхняя часть рабочей камеры, не имеющая каменной кладки. Так, на западной стенке зафиксировано четыре слоя глиняной обмазки, внутренние стороны которых несут следы оплавленности.

Пол сыродутной печи изготовлен с наклоном к передней стенке, способствующим выпуску шлака во время работы печи. У горнового отверстия пол выложен каменной плитой с целью предохранения этой части пола от разрушения, так как она подвергалась значительному механическому воздействию в процессе плавки.

В верхней части рабочей камеры, на уровне 40 см ниже сохранившейся верхней кромки стенок, зафиксировано 22 воздуходушных отверстия диаметром 3—5 см, по 11 отверстий на каждой боковой стенке (рис. 4, IV, V), предназначенных для подачи воздуха в рабочую камеру печи. Длина их достигает 40—45 см. Воздуходувные отверстия выходят на поверхность под углом 45—50°. Осмотр глиняной футировки шахты сыродутной печи показал, что наиболее сильному температурному воздействию подвергалась верхняя часть печи, вблизи воздуходушных отверстий, где обмазка оплавлена на протяжении 60 см (от верхней кромки печи). Нижняя часть глиняной футировки лишь прокалена до красного цвета. Воздействию высокой температуры подвергалась также прилегающая к шахте сыродутной печи, которая оказалась прокаленной на расстоянии 30—40 см. Размеры сохранившейся части сыродутной печи: длина — 125 см, ширина — 55 см, высота — 150 см.

В процессе расчистки выявлено следующее заполнение печи (рис. 5). Верхнее пространство рабочей камеры на протяжении 100 см заполнено кусками глиняной обмазки от верхней разрушившейся части сыродутной печи. Вблизи пола заполнение состоит из шлака и древесного угля. Мощность этого слоя 45—60 см.

У передней стенки печи сооружен канал для выпуска шлака, соединяющийся с предгорновым углублением. Длина канала — 105 см. Вблизи сыродутной печи боковые стенки канала укреплены каменными плитами, сверху которых положено каменное перекрытие, лежащее на уровне верхней части горнового отверстия печи.

Предгорновое углубление под четырехугольной формы с несколько закругленными боковыми сторонами. Предназначено оно для работы металлурга при плавке железа

и сбора шлака. Для удобства удаления шлака с территории предгорнового углубления задняя стенка отсутствует. Таким образом, накопившийся в предгорновом углублении металлургический шлак легко мог сбрасываться на дно прилегающего лога. Размеры предгорнового углубления: длина — 560 см, ширина (в широкой части) — 300 см, высота — 120 см.

Заполнение предгорнового углубления состоит в основном из мешаной земли. Лишь вблизи пола располагается небольшой слой (около 10—15 см) шлака и древесного угля.

Сыродутная печь № 3 (рис. 6, 7). В печи хорошо сохранилась лишь каменная кладка рабочей камеры. Что касается глиняной обмазки, то она наблюдалась фрагментарно. В общих чертах по своей конструкции сыродутная печь аналогична двум другим сыродутным печам, раскопанным в урочище Тётё. Она сооружена в яме, вырытой в материке на глубину 125 см (от древней поверхности). Задняя и боковая стенки выкладывались на всю высоту из небольших валунов и рваного камня. При сооружении передней стенки применена каменная плита. В ее нижней части оставлено отверстие для выпуска шлака. Сохранившаяся высота отверстия 55 см. В первоначальном же виде она не превышала 40 см. Выложенная из камней шахта обмазывалась глиной. Толщина сохранившейся глиняной футировки 5—7 см. При обследовании фрагментов обмазки на восточной стенке печи удалось обнаружить остатки двух воздуходушных отверстий диаметром 4 см, располагающихся на высоте 125 см. По всей видимости, их было не менее 8—10 см. Вокруг рабочей камеры наблюдается мощный провал земли от действия высокой температуры. Толщина провала — 20—35 см. Пол сыродутной печи изготовлен с небольшим уклоном в сторону горнового отверстия.

Зафиксированное в процессе раскопок заполнение сыродутной печи на всем протяжении ее рабочей камеры однородно. Оно состоит из смеси кусков глиняной обмазки и красной прокаленной земли. В нижней части печи, на уровне 30 см от пола, расположена небольшая крица. Размеры рабочей камеры печи: длина — 120 см, ширина (с учетом обмазки) — 40 см, высота — 125 см.

От передней стенки горна был прослежен канал для выпуска шлака в процессе плавки, соединяющийся с пред-



горновым углублением. Причем канал сооружен с большим отклонением в стороны от общей оси симметрии сыродутной печи. Длина его — 130 см. Боковые стенки шлакоотводного канала укреплены каменными плитами. Вблизи передней стенки печи поверх плит положено перекрытие (рис. 6, 1).

Предгорновое углубление представляет собой вырытую в материке яму подчетыреугольной формы. Вследствие происходящего разрушения берега южная часть предгорного углубления не сохранилась. Вероятно, она не имела стенки, так как это облегчало сброс отходов шлака с площади предгорного углубления. В настоящее время размеры предгорного углубления следующие: длина — 210 см, ширина — 230 см, высота — 120 см.

Памятник железоделательного производства Тюргун-1 расположен в Курайской степи на склоне террасы правого берега р. Тюргун, в 400 м выше Чуйского тракта (рис. 10). Терраса, на которой располагается памятник, подвержена разрушению со стороны реки, поэтому установить достоверно, какое количество сыродутных печей здесь функционировало, представляется возможным. Вместе с тем большое количество металлургического шлака у подножия речной террасы и локализация его на отдельных участках позволяет говорить о том, что здесь находились, по крайней мере, три сыродутные печи.

В процессе раскопок указанного памятника обнаружена сыродутная печь плохой сохранности, глиняная обмазка рабочей камеры печи осталась лишь на ее отдельных частях. Тем не менее даже такая сохранность позволила выяснить конструкцию сыродутной печи и способ ее сооружения. Сыродутная печь подземно-надземной конструкции. Для ее сооружения в материке выкопана яма на глубину 130 см (от древней поверхности), внутри которой из крупных валунов выложена шахта печи. И ключением является передняя стенка, основанием которой служил материковый останец. Полученная таким образом шахта печи с внутренней стороны обмазана глиной. Верхняя, не сохранившаяся часть рабочей камеры, судя по всему, возводилась из глины. Внизу передней стенки, выходящих под углом 45° на поверхность. Длина сохранившегося отверстия для выпуска шлака. Высота горнового отверстия — 20 см. Пол печи сооружен с уклоном в сторону предгорного углубления. Для пред-

хранения его от разрушения во время удаления шлака у горнового отверстия устроен каменный «порог». Металлургический шлак выпускался по специальному каналу, проложенному от передней стенки до предгорного углубления. Боковые стенки канала укреплены каменными плитами, поверх которых положено перекрытие (рис. 8, 9). Длина канала около 60 см.

Заполнение рабочей камеры почти полностью состоит из прокаленной красной земли и кусков глиняной обмазки. Лишь у самого пола шахты располагается небольшая прослойка шлака и древесного угля, толщина которой не превышает 15 см. Размеры сыродутной печи: длина — 105 см, ширина — 65 см, высота — 125 см.

Вблизи сыродутной печи зафиксировано предгорное углубление, представляющее собой подчетыреугольную яму, вырытую в материке несколько ниже по склону, чем основное сооружение. Углубление сохранилось неполностью. Размеры сохранившегося предгорного углубления: длина — 150 см, ширина — 220 см, глубина — 150 см. Заполнение предгорного углубления состоит из железистого шлака и древесного угля мощностью 60—80 см. Над ними залегает слой наносной слабогумусированной земли.

Памятник металлургического производства Тюргун-2 расположен на склоне 30-метровой террасы в 250 м от Тюргун-1, вверх по течению (рис. 10). В ходе раскопок обнаружена сыродутная печь хорошей сохранности (рис. 11, 12). Печь подземно-надземной конструкции. Нижняя ее часть сооружена в яме глубиной 140 см. Боковые стенки рабочей камеры выкладывались из валунов и рваного камня на высоту 90 см. Толщина кладки 35—40 см. Передняя и задняя стенки изготовлены из вертикально поставленных плит. Внизу передней стенки оставлено горновое отверстие для выпуска шлака. Внутренняя сторона каменной шахты обмазана глиняной футировкой толщиной 4—7 см. Выше каменной кладки шахта рабочей камеры возводилась из глины.

В боковых стенках сыродутной печи зафиксировано по одному ряду воздуходушных отверстий диаметром 3,5 см, выходящих под углом 45° на поверхность. Длина сохранившихся отверстий около 30 см. Первоначальная длина их составляла не менее 60 см. На одной из стенок распо-



ложено 10 воздухоудных отверстий, на другой — 11. Судя по оплавленности глиняной обмазки, наиболее интенсивное горение шло на уровне и выше воздухоудных отверстий. Футировка же, располагающаяся ниже их, лишь обожжена. Действие высокой температуры сказалось также на грунт, прилегающий к рабочей камере, который прокалился до красного цвета на расстоянии 10—40 см. Наиболее интенсивный прокал отмечен у боковых стенок там, где располагалось воздухоудное устройство.

Шлакоотводный канал, проходящий от горнового отверстия, укреплен каменными плитами. Плитами выложены боковые стенки и верхняя часть канала. Протяженность шлакоотводного канала 42 см. Заполнение печи состоит в основном из смеси глиняной обмазки с красной прокаленной землей, где иногда встречаются крупные каменные валуны. Ниже, у самого дна, находится небольшой слой (20—30 см) железистого шлака и древесного угля (рис. 12). Размеры рабочей камеры печи: длина — 125 см, ширина — 25—35 см, высота — 140 см.

Предгорновое углубление частично разрушено. Оно представляет собой четырехугольную в плане яму, вырытую в материке несколько ниже по склону террасы, чем основное сооружение. Размеры сохранившейся части предгорнового углубления: длина — 180 см, ширина — 220 см, глубина — 140 см. Заполнение предгорнового углубления состоит из тонкого слоя (25—30 см) древесного угля и шлака, перекрытых мощным наносом слабогумусированной земли.

Памятник металлургического производства Юстыд-3 расположен на невысокой первой надпойменной террасе левого берега р. Юстыд, протекающей в юго-восточной части Чуйской степи (рис. 10). В ходе стационарных исследований нами открыта сыродутная печь хорошей сохранности подземной конструкции. Нижняя ее часть сооружена в яме, вырытой в материке, глубина ее достигает 150 см. Боковые и задние стенки печи выложены из камней-валунов. Толщина кладки 15—30 см, высота 100—120 см. Основанием передней стенки служил материковый останец, внизу которого пробито отверстие для выпуска шлака. Высота отверстия около 48 см. Боковые стенки шлакоотводного канала укреплены каменными плитами. Получен

ная таким образом шахта обмазана глиняной футировкой слоем от 7 до 30 см. Наиболее мощный слой нанесен в верхней части шахты, где отсутствовала каменная кладка (рис. 13). Колошниковая часть печи возведена из глины. В ходе длительной работы, как показал осмотр обмазки, глиняная футировка неоднократно подновлялась. В некоторых местах нами отмечено до четырех слоев обмазки, которые были нанесены по истечении определенного срока работы печи, на что указывает оплавленность внутренних сторон каждого слоя обмазки. Пол сыродутной печи сооружен с наклоном к передней стенке для лучшего удаления шлака.

В боковых стенках печи на высоте 100—110 см устраивались воздухоудные отверстия диаметром около 4 см, по 11 отверстий на каждой стенке. Возхоудные отверстия выходят на поверхность под углом 45—50°. Длина некоторых из них достигает 50 см. Осмотр глиняной футировки показал, что максимальная температура в рабочей камере была вблизи воздухоудного устройства, так как стенки здесь на протяжении 45 см (от верхней кромки печи) сильно оплавлены. Нижняя часть глиняной обмазки только обожжена. Под воздействием высокой температуры прилегающая земля прокалена до красного цвета на расстоянии 20—40 см.

Заполнение сыродутной печи состоит в основном из кусков глиняной обмазки от колошниковой части печи и красной прокаленной земли, среди которой встречено несколько каменных валунов. Мощность описанного слоя достигает 110 см. Нижняя часть заполнения состоит из сыродутного шлака и древесного угля (рис. 14). Размеры рабочей камеры: длина — 110 см, ширина — 50 см, высота — 135 см.

Предгорновое углубление расположено на расстоянии 150 см от сыродутной печи. Оно представляет собой яму, вырытую в материковом грунте на глубину 130 см. С приближением к берегу глубина уменьшалась, постепенно сходя на нет. Сторона углубления, обращенная к берегу, стенки не имела, так как последняя мешала бы сбрасыванию отходов плавки (шлака) с рабочей площадки.

Заполнение предгорнового углубления состоит из небольшой прослойки рыхлого древесного угля и сыродутного шлака, перекрытой мощным слоем наносного грунта сероватого цвета. Размеры предгорнового углубления: Дли-



на — 220 см, ширина — 250 см, глубина до 120 см.

Памятник металлургического производства Юстыд-4 расположен в Чуйской степи, на склоне первой надпойменной террасы р. Юстыд, в 8 км от с. Ташанта. В ходе раскопок на территории памятника обнаружена сыродутная печь хорошей сохранности (рис. 15, 16), что позволяло представить конструкцию сыродутной печи и способ ее изготовления.

Сыродутная печь сооружена в специально вырытой яме глубиной 170 см. Внутри ямы из каменных валунов выложены боковые стенки рабочей камеры. Толщина каменной кладки 15—40 см, высота около 120 см. При изготовлении передней и задней стенок применены каменные плиты. Выложенная каменная основа шахты печи с внутренней стороны обмазана глиняной футировкой, слой которой колеблется от 4 до 25 см. Выше каменной кладки стенки рабочей камеры возведены из глины. В ходе функционирования печи стенка неоднократно подновлялась. Так, например, сверху отмечено трехкратное подновление обмазки.

В передней стенке устроено отверстие для выпуска шлака, переходящее в шлакоотводный канал, соединенный с предгорновым углублением. Пол сыродутной печи сооружен с небольшим уклоном в сторону передней стенки. Подобный принцип устройства лещади в значительной степени обеспечивал удаление шлака из рабочей камеры печи.

В боковых стенках рабочей камеры на высоте около 120 см сооружено по 12 воздуходушных отверстий диаметром около 4 см. Воздуходувные отверстия выведены на поверхность под углом 40—50°. Длина их — 45—50 см. Под действием высокой температуры, образующейся при искусственном нагнетании воздуха, обмазка верхней части рабочей камеры оплавлена на протяжении 80 см. Остальная часть глиняной футировки обожжена до кирпичного цвета. Прилегающий к шахте печи грунт прокален на расстоянии 20—50 см от стенок печи. У восточной стенки, неподалеку от воздуходушного устройства, сохранился ряд камней, служивший, по всей видимости, своеобразным «фундаментом» для мехов.

Заполнение верхней части рабочей камеры на протяжении 60 см состоит в основном из красной прокаленной земли. В этом слое, на глубине 45—60 см, обнаружены

фрагменты керамики от одного сосуда. Остальная часть сыродутной печи заполнена кусками сыродутного шлака и древесного угля (рис. 16). Размеры рабочей камеры печи: длина — 130 см, ширина — 56 см, высота — 180 см.

Вблизи передней стенки печи, на расстоянии 60 см, расположено предгорновое углубление неправильной формы, соединенное каналом с сыродутной печью. Углубление сохранилось неполностью. Заполнение его состоит из древесного угля и кусков железистого шлака. Размеры предгорнового углубления: длина — 260 см, ширина колеблется от 270 до 315 см, глубина — 120—170 см.

Памятник металлургического производства Юстыд-5 расположен на склоне 4-метровой террасы берега р. Юстыд, в 170 м от Юстыд-4. Стационарными исследованиями на памятнике открыта сыродутная печь хорошей сохранности, позволяющая судить как о конструкции, так и о способе ее сооружения (рис. 17, 18).

Сыродутная печь подземно-надземной конструкции. Основание ее сооружено в яме, вырытой в материке на глубину 140 см. Боковые стенки выложены из рваного камня на высоту 100—110 см. Кладка произведена в один ряд камней. Толщина каменной кладки 30—40 см. Передняя и задняя стенки сооружены из вертикально поставленных плит. Причем плита задней стенки значительно выступает над уровнем древней поверхности. В верхней ее части точечной техникой изображена группа баранов. Внизу передней стенки устроено отверстие для выпуска шлака. Высота его достигала 60 см. Внутренняя часть сыродутной печи обмазана глиной. Толщина глиняной футировки от 5 до 30 см. Из глины возведена также верхняя часть рабочей камеры.

В боковых стенках сыродутной печи зафиксировано по одному ряду воздуходушных отверстий, диаметром 4 см, выходящих под углом 45° на поверхность. На каждой стенке сохранилось по 9 отверстий. Первоначально, по всей вероятности, было по 11 отверстий. Глиняная обмазка вблизи воздуходушного устройства, под сильным воздействием высокой температуры, оплавлена от верхней кромки на протяжении 50 см. Прилегающий грунт прокален до красного цвета на расстоянии 20—40 см.

Заполнение сыродутной печи состоит в основном из красной прокаленной земли и кусков глиняной обмазки,



среди которых изредка встречаются каменные валуны. Лишь внизу рабочей камеры, у лещади, расположен не большой слой сыродутного шлака и древесного угля, мощность которого составляла 15—20 см (рис. 17, IV). Размеры сыродутной печи: длина — 120 см, ширина — 70 см, высота — 150 см.

Вблизи передней стенки сыродутной печи сооружено предгорновое углубление, соединенное каналом с рабочей камерой. Боковые стенки канала укреплены каменными плитами. Непосредственно у горнового отверстия канала имеет перекрытие из двух каменных плит. Длина канала около 70 см.

Предгорновое углубление, частично разрушенное, представляет собой подчетырехугольную яму с несколько закругленными углами (рис. 17). Заполнение предгорнового углубления состоит из небольшой прослойки сыродутного шлака и древесного угля, перекрытой наносным грунтом. Размеры сохранившейся части предгорнового углубления: длина — 185 см, ширина — 200 см, глубина колеблется от 70 до 120 см. В ходе раскопок сыродутной печи нами зафиксированы остатки 4 столбов диаметром около 20 см, служивших опорой для навеса. Глубина столбовых ям — 35—40 см.

Памятник металлургического производства Дерек-2 расположен в Сайлюгемской степи на высокой террасе левого берега р. Бугузун, в 30 км от с. Кокорю. При стационарном исследовании на территории памятника обнаружена сыродутная печь неплохой сохранности (рис. 19, 20). В результате эрозии террасы частично разрушенными оказались предгорновое углубление и передняя стенка печи.

Сыродутная печь сооружена в яме глубиной 140 см. Боковые и задняя стенки печи изготовлены из вертикально поставленных массивных плит толщиной 25—30 см. Для увеличения высоты стенок на плиты положен ряд камней. Следует отметить, что это редкий случай среди всех раскопанных сыродутных печей, когда для возведения боковых стенок применены каменные плиты. Для основания передней стенки использован материковый останец, внизу которого пробито отверстие для выпуска шлака. Высота горнового отверстия — 25 см. Выше каменной кладки шахта печи возведена из глины. Слой глины при этом достигает 25 см. Внутренняя сторона шахты печи

обмазана глиняной футировкой. Воздухонудное устройство печи не сохранилось. Судя по конструкции печи, оно не отличалось от описанных выше. Пол печи сооружен с наклоном к передней стенке. Для предохранения от разрушения в ходе выпуска шлака у горнового отверстия он был укреплен каменной плитой (рис. 19, II).

Заполнение сыродутной печи состояло из красной прокаленной земли и кусков глиняной обмазки, происходящих от верхней разрушенной части печи. У самого пола отмечен тонкий слой древесного угля и сыродутного шлака, толщина его не превышает 10 см (рис. 20). Размеры сыродутной печи: длина — 130 см, ширина — 50—60 см, высота — 150 см.

Предгорновое углубление соединено с печью шлакоотводным каналом длиной около 40 см. Стенки канала со всех сторон укреплены каменными плитами. Углубление располагалось по самому краю террасы и почти полностью разрушено. Оставшаяся часть позволяет предполагать, что оно было подчетырехугольной формы. Размеры сохранившейся части предгорнового углубления: длина — 80 см, ширина — 200 см, высота достигает 75 см.

Памятник металлургического производства Бугузуи расположен на невысокой первой надпойменной террасе левого берега р. Бугузун, в 32 км от с. Кокорю (рис. 10). В ходе археологических раскопок на памятнике вскрыта площадь 79 кв. м., на которой обнаружены три сыродутные печи хорошей сохранности.

Сыродутная печь № 1 (рис. 21, 22). Основная часть печи сооружена в яме глубиной около 120 см. Боковые стенки рабочей камеры выложены из каменных валунов. Толщина кладки колеблется от 15 до 50 см, высота — 110—115 см. При изготовлении передней и задней стенок применены вертикально поставленные каменные плиты. Внизу передней стенки оставлено горновое отверстие высотой 45 см. К нему подведен шлакоотводный канал, пробитый под материковым останцем. Боковые стенки канала укреплены каменными плитами. Изготовленная из камней шахта печи с внутренней стороны обмазана глиняной футировкой, толщина которой варьирует от 5 до 20 см. Верхняя часть рабочей камеры возведена из глины.



Судя по оплавленности глиняной обмазки и прокаленности грунта в верхних слоях, на уровне около 120 см от пола располагалось воздухоудное устройство. По данным наших наблюдений и большим пропорциям печи, на боковых стенках было не менее 13 воздухоудных отверстий. Пол сыродутной печи сооружен с наклоном в сторону передней стенки.

Заполнение сыродутной печи: вверху рабочей камеры расположен слой красной прокаленной земли вперемешку с оплавленными кусками обмазки от колошниковой части печи. Мощность этого слоя около 80 см. Нижняя часть печи, на протяжении 40 см, заполнена сыродутным шлаком и древесным углем (рис. 22). Размеры рабочей камеры печи: длина — 180 см, ширина в наиболее широкой части — 85 см, глубина — около 130 см.

Предгорновое углубление неправильной формы, расположено в 45 см от передней стенки печи. Глубина его колеблется от 50 до 120 см. Заполнение предгорнового углубления состоит из небольшого слоя (25 см) сыродутного шлака и древесного угля, расположенного у пола, перекрытых наносной сероватой супесью.

Сыродутная печь № 2 (рис. 23) расположена в 3 м от сыродутной печи № 1, несколько ниже по склону террасы. Печь подземно-надземной конструкции. Около половины высоты печи сооружено в яме глубиной 90 см. Боковые стенки выложены в один ряд из крупных камней, подогнанных друг к другу. Толщина каменной кладки 25—45 см, высота — 90—100 см. При изготовлении задней стенки использована массивная каменная плита. Основанием передней стенки служит материковый останец, внизу которого пробито горновое отверстие высотой 50 см и шлакоотводный канал длиной 80 см. Внутренние стенки шахты печи обмазаны глиняной футировкой, которая сохранилась фрагментарно. Толщина глиняной обмазки — 6—8 см. Судя по заполнению печи, верхняя часть ее возводилась из глины. Осмотр сохранившейся глиняной обмазки показал, что она оплавлена у верхней кромки печи на протяжении 15 см. Остальная часть обмазки обожжена до кирпичного цвета. Прилегающий к печи грунт прокален на расстоянии 30—55 см. Воздухоудное отверстие не сохранилось. Судя по нашим наблюдениям, оно располагалось на высоте 90—100 см и состояло примерно из 20 отверстий (по 10 отверстий на каждой боковой стенке).

Пол сыродутной печи сооружен с уклоном к передней стенке, облегчающим выпуск шлака из рабочей камеры.

Заполнение печи состоит из крупных кусков сыродутного шлака и древесного угля. Мощность этого слоя достигает 70 см. Верхняя часть рабочей камеры заполнена красной прокаленной землей и кусками глиняной обмазки (рис. 24). Размеры рабочей камеры печи: длина — 145 см, ширина (с учетом глиняной футировки) — 50 см, высота — 90—100 см.

Предгорновое углубление, располагающееся в 80 см от сыродутной печи, представляет собой яму округлой формы. Углубление соединено с печью шлакоотводным каналом, верхняя и боковые стенки которого укреплены каменными плитами. Заполнение предгорнового углубления состоит из тонкого слоя сыродутного шлака и кусков древесного угля, перекрытых наносной супесью. Размеры предгорнового углубления: длина — 190 см, ширина — 175 см, высота варьирует от 40 до 90 см.

Среди находок, обнаруженных у печи № 2, следует отметить трехлопастной ярусный наконечник стрелы и железную подпружную пряжку с вращающимся язычком на стержне (рис. 29, 2, 3), располагающуюся в заполнении предгорнового углубления.

Сыродутная печь № 3 (рис. 25, 26) расположена в 6,5 м от выше описанной печи № 2. Печь, овальная в плане, подземно-надземной конструкции. Подземная часть сооружена в яме глубиной около 110 см. Боковые стенки выложены в один ряд из крупных подтесанных камней. Мощность каменной кладки 10—30 см, высота — 85—100 см. Для задней стенки использована каменная плита. Основанием передней стенки служит материковая перемычка, оставшаяся между предгорновым углублением и сыродутной печью. Внизу перемычки пробито горновое отверстие и шлакоотводный канал. Образовавшаяся таким образом шахта рабочей камеры изнутри обмазана глиняной футировкой толщиной 4—20 см. Верхняя часть печи, расположенная выше каменной кладки, возведена из толстого слоя глины. Пол рабочей камеры изготовлен с наклоном в сторону передней стенки. В боковых стенках печи располагается по 2 воздухоудных отверстия диаметром около 4 см. Характерной чертой, присущей обмазке, прилегающей к воздухоудному устройству, является оплавленность ее верхнего слоя от действия



высокой температуры, оплавленной оказалась и обмазка на протяжении 40 см от верхней кромки печи. Прилегающий к рабочей камере грунт прокален до красного цвета на расстоянии 25—50 см.

Заполнение сыродутной печи состоит из мощного слоя сыродутного шлака и кусков древесного угля, занимающего более половины камеры (80 см). Выше располагается красная прокаленная земля с кусками глиняной обмазки. Размеры рабочей камеры: длина — 150 см, ширина — 60 см, высота — 120 см.

Предгорновое углубление, подчетырёхугольной формы с несколько закругленными углами, располагается в 50 см от передней стенки печи. Оно соединяется с печью шлакоотводным каналом. Боковые стенки канала укреплены каменными плитами. Для предохранения потолка от осыпания на боковые плиты положено перекрытие. Заполнение предгорнового углубления состоит из слоя сыродутного шлака и древесного угля, толщина которого составляет 20—40 см. Сверху находится наносная сероватая супесь. Размеры предгорнового углубления: длина — 130 см, ширина — 130 см, высота колеблется от 50 до 110 см.

Памятник металлургического производства Куэхтонар-1 расположен на правой 10-метровой террасе р. Чуи, в 250 м от устья р. Куэхтонар. Сведения о местонахождении памятника были получены от Б. Х. Кадикова.

Терраса, на которой расположены сыродутные печи, интенсивно разрушается со стороны реки и с поверхности, в результате выветривания слабозадернованной почвы, что сказалось на сохранности изучаемых объектов.

В процессе изучения памятника открыты две сыродутные печи. Сыродутная печь № 1. Печь полуразрушена. Сохранилась только часть боковых и задней стенки. Как показали исследования остатков сооружения, печь изготовлена в яме глубиной 140 см из каменных валунов. Толщина каменной выкладки — 30—50 см. Внутренняя поверхность печи была обмазана глиной мощностью 10—15 см. Глиняная футировка сохранилась только в верхней части. При осмотре глиняной обмазки зафиксированы следы ее подновления: на оплавленный слой обмазки была намазана глина, поверхность которой также оплавлена. Грунт вокруг печи прокален до красного цвета на протяжении 40—60 см.

Воздуходувное устройство не сохранилось, но, судя по оплавленности обмазки, располагалось оно на высоте около 120 см. Пол печи выложен из плоского камня толщиной 15 см. Размеры сохранившейся части рабочей камеры: высота — 145 см, ширина — 45 см, длина — 80 см. Судя по направлению стенок и их обводам, первоначальная длина рабочей камеры достигала 130 см. Сыродутная печь № 1 по конструкции во многих деталях схожа с нижеописанной печью № 2 и существовала с ней одновременно.

Сыродутная печь № 2 (рис. 27) расположена в 50 м от вышеописанной, у края высокой террасы. Печь сооружена в яме, глубина которой составляла 120 см. Боковые и задняя стенки выкладывались из крупных кусков камня. Толщина каменной кладки 30—40 см. При устройстве передней стенки использованы две каменные плиты, поставленные вертикально под небольшим углом друг к другу. После сооружения остова печи внутренняя поверхность обмазывалась глиной. Толщина глиняной футировки 7—10 см. Обмазка наносилась в один слой, лишь на передней стенке обнаружено два слоя обмазки — свидетельство подновления глиняной футировки вследствие длительного использования данной сыродутной печи. Пол сыродутной печи сооружен из плоской каменной плиты, доходящей до горнового отверстия, с наклоном в сторону передней стенки. Толщина каменной плиты 6—10 см.

При осмотре обмазки выяснилось, что она очень оплавлена в верхней части (на 40 см от верхней кромки), на остальных частях стенок глиняная футировка лишь обожжена. В боковых стенках печи сохранилось по 8 воздуходувных отверстий диаметром 2,5 см, выходящих под углом 50° на поверхность. Под действием высокой температуры, существующей на уровне воздуходувного устройства, грунт, прилегающий к шахте печи, прокален до красного цвета на расстоянии 30—60 см.

Заполнение сыродутной печи состоит из трех слоев. Верхняя часть печи на протяжении 60 см заполнена песком. Судя по всему, заполнение этой части печи произошло в наше время. Под этим слоем располагается красная прокаленная земля вперемешку с кусками обмазки от верхней разрушенной части сыродутной печи. Мощность этого слоя 30—40 см. Вблизи пола печь заполнена кусками сыродутного шлака и древесного угля. Особенно



много шлака расположено у горнового отверстия. Размеры рабочей камеры печи: длина — 125 см, ширина — 55 см, высота — 120 см. В результате воздействия высокой температуры, земля прокалилась на 50—80 см (рис. 28).

От передней стенки проложен шлакоотводный канал, протяженный 80 см, заполнен красной прокаленной землей, соединяющийся с предгорновым углублением. Канал из обломками глиняной обмазки. Ниже этого слоя сечения имеет вид трапеции, расширяющейся кверху. Делаются крупные куски сыродутного шлака и древесного угля. Размеры рабочей камеры: длина — 145 см, ширина — 40 см, высота — 160 см.

Предгорновое углубление сооружено значительно ниже уровня расположения печи. Сохранилось оно частично. Таким образом, все алтайские печи VI—X вв. представляют собой однотипные сооружения, возведенные в Заполнение предгорнового углубления состоит из 7 слоев, глубиной 120—150 см. Общие их размеры в сыродутного шлака и древесного угля, разделенных проемами, варьируют в пределах: длина — 105—150 см, ширина — 35—65 см, высота (реконструируемая) — до 200 см. В земля не прокалена или прокалена частично. Толщина описанные печи овальной формы. При изготовлении слоев колеблется от 5 до 18 см. Образование такой структуры печей широко использован камень и каменные тиграфии можно объяснить количеством плавов, произведенных, что обусловлено, видимо, не только его доступ- в этой сыродутной печи. В данном случае так, но прочностью и повышенной сопротивляемостью плавов было 7. Размеры сохранившейся части предгорного действия огня. Верхняя часть печей, не требовавшая нового углубления: длина — 155 см, ширина — от 20 до 230 см, высота — 80 см. Сооружен с уклоном к передней стенке, облегчающим

Памятник металлургического производства Куэхтонар-2 расположен в междуречье рек Чуи и Куэхтонар, на краю невысокой двухметровой гряды (рис. 10). В процессе раскопок на площади памятника открыта одна сыродутная печь хорошей сохранности около 100 см над уровнем пола печи, по 8—11 на каждой. Большая часть шахты печи сооружена в яме глубиной диаметром 2,5—4 см. Выход на поверхность проведен около 150 см. При изготовлении боковых и задних стенок под углом в 45—50°.

применены плоские каменные плиты высотой около 80 см. Приподнятые сопел над уровнем пола, увеличение их Передняя стенка выложена из небольших кусков камня общего числа до 20—22 и выведение под углом, с соблюдением теплоизоляции рабочей камеры, позволяли металлургам создавать печи вдвое больше тех, что имели дутые глиняной футировкой. Выше каменного основания шахты в нижней части, обеспечивая при этом равномерный процесс горения и высокую температуру плавки.

Верхняя часть обмазки шахты очень оплавлена на протяжении 50 см от верхней кромки печи. Нижняя граница оплавленности свидетельствует о месте расположения воздухоудного устройства. К сожалению, зафиксировать его в ходе раскопок не удалось. Но лабораторные исследования обмазки показали, что воздухоудное устройство состояло из ряда воздухоудных отверстий диаметром около 3 см, расположенных по боковым стенкам на высоте около 110 см. Воздуходудные отверстия выходят на поверхность под углом 45°. С внешней стороны печи, прямых аналогий рассмотренной конструкции печи в настоящее время не известно. Подробное рассмотрение практических результатов действия таких сооружений будет дано при освещении технологии плавки железа. Важным вопросом при обзоре памятников черной металлургии является хронология. Исследованные комплексы, кроме основного материала, имеющего чисто производственное назначение, дали ряд датированных предметов, позволяющих определить хронологические рамки существования описанных сыродутных печей.



Среди найденного инвентаря известна подпружная пряжка с язычком на вертлюге, залегающая в заполнении предгорного углубления печи № 2 на р. Бугузун. Железные пряжки с язычком на вертлюге появляются на Алтае в VII—VIII вв. и бытуют до конца I тыс. н. э.<sup>33</sup> В соседней Туве подобные пряжки известны в комплексах VI—VII и VIII—X вв.<sup>34</sup>

Из этого же памятника происходит трехлопастный ярусный наконечник стрелы (рис. 29, 2). Аналогии ему известны в кыргызских памятниках VI—VIII вв.<sup>35</sup>, в археологических материалах Западной Сибири, датированных серединой I тыс. н. э.<sup>36</sup> и VIII—IX вв.<sup>37</sup>

В процессе исследования сыродутной печи в пункте Дерек-2 на прилегающей к ней площади обнаружены обломки стремени (рис. 29, 5). Стремя округлой формы с пластинчатым ушком. Подножка относительно узкая для прочности усилена снизу ребром. Стремена с пластинчатым ушком широко известны в археологических комплексах Алтая VI—X вв. н. э.<sup>38</sup>

Интересна находка трапециевидного кресала в заполнении предгорного углубления того же памятника (рис. 29, 1). Трапециевидные кресала в Тузкте по комплексу вещей кургана 7 датируются А. А. Гавриловой VII—VIII вв. н. э.<sup>39</sup>

В заполнении рабочей камеры сыродутной печи № 1 на р. Кузхтонар обнаружен фрагмент венчика от глиняного сосуда, украшенный в верхней части рядом ногтевидных вдавлений и ямок (рис. 29, 4). Керамика в алтайских памятниках встречается очень редко. Из материалов VI—VII вв. известно два сосуда из кудыргинской могилы. Со-

суды — баночной формы с отогнутым венчиком. Орнаментация состоит из ряда ногтевидных вдавлений по венчику.<sup>40</sup> Лепные плоскодонные горшки, украшенные ямками по шейке, известны на Алтае в комплексах VII—IX вв.<sup>41</sup>

В определенной степени свидетельством существования изученных сыродутных печей во второй половине I тыс. н. э. служит типологическое сравнение их с известными памятниками черной металлургии. Несмотря на то, что кошгагачский тип сыродутных горнов не имеет прямых аналогий на сопредельных территориях, сравнение отдельных конструктивных элементов позволяет провести некоторые параллели. Так, определенные сходства фиксируются с памятниками Хакасско-Минусинской котловины, датируемыми Я. И. Сунчугашевым VI—IX вв.<sup>42</sup> Среди них — сооружение стационарных сыродутных печей в яме; использование при изготовлении боковых стенок рабочей камеры каменных плит; мощный слой глиняной обмазки в шахте (5—10 см). Весьма близки, в отдельных случаях почти идентичны, размеры длины и ширины рабочих камер (100 см × 37—45 см, о высоте хакасско-минусинских горнов судить трудно, так как верхняя их часть разрушена).

Некоторая близость конструктивных особенностей прослеживается с салтовским типом сыродутного горна VIII—IX вв.<sup>43</sup> Сходство наблюдается в общем принципе сооружений сыродутных печей: и те, и другие изготовлялись в яме, вырытой в материке. Между рабочей камерой и предгорным углублением оставлялась материковая перемычка, внизу которой пробивался шлакоотводный канал. Подача воздуха также осуществлялась сверху, через специальные воздухопроводные каналы.

Таким образом, на основании проведенного анализа инвентаря, происходящего с алтайских памятников металлургии, а также ряда типологических аналогий с горнами иных археологических культур второй половины I тыс. н. э., исследуемые сыродутные печи можно датировать VI—X вв. н. э.

По всей видимости, по истечении указанного проме-

<sup>40</sup> Там же, с. 36.

<sup>41</sup> Степи Евразии..., с. 41.

<sup>42</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия..., с. 93—100.

<sup>43</sup> Афанасьев Г. Е., Николаенко А. Г. О салтовском типе сыродутного горна. — СА, 1982, № 2, с. 168—175.

<sup>33</sup> Степи Евразии в эпоху средневековья. М., 1981, с. 40.

<sup>34</sup> Вайнштейн С. А. Некоторые вопросы истории древнегорской культуры. — СЭ, 1966, № 3, рис. 10; Кызласов Л. Р. Древняя Тува. М., 1979, с. 133, рис. 147.

<sup>35</sup> Карцов В. Г. Ладейное и Ермаласевское городища. — Тр./Секция археологии РАН ИОН. М., 1929, вып. 4, рис. 3, 1.

<sup>36</sup> Комарова М. Н. Томский могильник — памятник истории древних племен лесной полосы Западной Сибири. — МИА, М., 1952, № 24, с. 49.

<sup>37</sup> Могильников В. А. Елыкаевская коллекция Томского университета. — СА, 1968, № 1, с. 263—268.

<sup>38</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудыргэ..., табл. 31; Степи Евразии..., с. 37—40.

<sup>39</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудыргэ..., с. 61.



жутка времени они не прекратили своего существования. Судя по фрагментам керамики (рис. 29, 7), происходящим с р. Юстыд (памятник Юстыд-4), сыродутные печи с такой конструкцией могли существовать и в начале II тыс. н. э.

### Топливо

Большую роль в металлургическом процессе играло топливо. В изучаемую эпоху им являлся уголь — твердый высокоуглеродистый продукт, получаемый из различных пород древесины путем ее нагрева без доступа или со слабым доступом воздуха. Наличие его зафиксировано на всех памятниках металлургии Алтая.

Употребление металлургами древесного угля в качестве топлива обусловлено большой его теплотворной способностью (количество теплоты, выделяющейся при сгорании 1 кг топлива), которая у отдельных сортов угля была в 1,5—2 раза выше, чем у сухих дров. (табл. 1)<sup>44</sup> При этом следует отметить, что для получения качественного угля решающее значение имел не вид древесины, а температура переуглевания<sup>45</sup>.

Углежжение на Алтае, по-видимому, производилось двумя способами. Весьма примитивным и, скорее всего наиболее древним был так называемый ямный способ, когда уголь выжигался в специально вырытых ямах. Подобным методом углежжения широко пользовались и на других территориях, в том числе в Хакасско-Минусин

Таблица 1

Теплотворная способность угля и древесины

Уголь		Древесина	
Температура переуглевания, °С	Теплотворная способность, в калориях	Вид	Теплотворная способность, в калориях
200	4613	Сосна	4910
300	6351	Ель	4870
400	6937	Береза	4810
500	7700	Осина	4790
600	8092	Лиственница	4780

<sup>44</sup> Коробкин В. А. Углежжение. Свердловск; Москва, 1948, с. 25.

<sup>45</sup> Там же, с. 74.

ской котловине<sup>46</sup>. Техника этого способа вряд ли существенным образом изменялась с течением времени. В связи с этим небезынтересен пример углежжения подобным способом, производимым на Урале около 300 лет назад<sup>47</sup>. Первоначально в удобном месте вырывалась яма глубиной около 1,5 м, диаметром около 2 м. Яма заполнялась хворостом, который затем зажигался. По мере сгорания добавлялись свежие порции дров. После наполнения ямы углем ее закрывали дерном и через сутки вскрывали. Выход угля при ямном углежжении по объему не превышал 30%. Качество угля было невысокое.

Существование на Алтае описанного метода подтверждается алтайским фольклором, где он нашел свое отражение. Так, например, когда героине одного из эпосных сказаний Алтын Тууди потребовался древесный уголь, она поступила следующим образом:

Шестьдесят лиственниц срубила,  
Большой костер из них разожгла,  
Две сумы угля наготовила<sup>48</sup>.

Хорошее качество углей давал кучный метод углежжения. Суть его заключалась в следующем. Заготовленные поленья и ветки складывали в кучу, засыпали землей или обкладывали дерном и поджигали. В нижней части оставлялось отверстие для доступа воздуха внутрь кучи. Для выхода продуктов горения вверх кучи проделывали дымовые отверстия. Искусство угольщика состояло в том, чтобы регулировать приток воздуха, от которого зависела скорость переугливания, а значит и качество угля. Продолжительность процесса углежжения в куче зависела от породы и влажности дров, их размеров и притока воздуха. Нормальным считался процесс, когда на каждые 15 м<sup>3</sup> полусухих дров затрачивались сутки. После этого приступали к разборке. Выход угля по объему достигал 40—65%<sup>49</sup>.

Уголь, употреблявшийся при сыродутном процессе получения железа, должен был отвечать определенным требованиям. При поступлении в печь он обеспечивал: 1) получение высокой температуры за счет сгорания в зонах подачи воздуха; 2) создание сильно восстанови-

<sup>46</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия..., с. 92, 102—105.

<sup>47</sup> Коробкин В. А. Углежжение..., с. 175.

<sup>48</sup> Алтын Туудн. Алтайский героический эпос. — Новосибирск, 1950, с. 81.

<sup>49</sup> Коробкин В. А. Углежжение..., с. 266.



тельной атмосферы; 3) проницаемость шихты движущимся снизу вверх газовым потоком. Поэтому забота о топливе начиналась с самого процесса углечения, когда старались получить, посредством оптимальных температур (350—500°), прочный, высокоуглеродистый уголь.

Большое внимание уделялось размеру угольных кусков, загружаемых в сыродутную печь. Крупный уголь не обеспечивал равномерного распределения составных частей шихты в рабочем пространстве печи. При этом обязательно образовывались отдельные скопления топлива руды. Напротив, угольная пыль и мелочь, ухудшая проницаемость столба шихты для восходящего газового потока, приводили к нарушению нормального хода сыродутного процесса или даже к его прекращению. Поэтому при подготовке шихты металлург должен был следить, чтобы она не была пересыщена мелочью, и не допускать попадания крупных кусков древесного угля.

Расход топлива при сыродутном процессе в шахтной печи теоретически составляет 3,15 единиц на 1 единицу получаемого металла<sup>50</sup>. Учитывая конструкцию наших печей и обязательное протапливание перед плавкой, можно предположить, что расход древесного угля у алтайских металлургов был выше.

### Шлаки

Металлургические шлаки, образующиеся в ходе сыродутного процесса, являются одним из важнейших источников, на основании которого становится возможным изучение техники металлургии железа. Состав их в значительной мере определяется исходной рудой, а также флюсами, применявшимися при выплавке железа.

Для того, чтобы понять структуру металлургических шлаков, необходимо остановиться на процессах, происходящих в рабочей камере печи при сыродутном способе получения железа. Загружаемая в сыродутную печь руда представляет собой в основном окись железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и пустую породу ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ). При нагревании окись железа вследствие химических реакций в сильно восстановительной среде переходит в закись железа ( $\text{FeO}$ ), после чего происходит ошлаковывание (расплавление)

закисью железа пустой породы и восстановление чистого железа. Поэтому структура шлаков складывается из компонентов, участвующих в процессе шлакообразования.

Основной составляющей сыродутного шлака является закись железа. Количество ее в шлаке определяется многими факторами, главный из которых — наличие пустой породы в руде (в количественном отношении на каждую единицу породы при шлаковании расходуется около двух единиц железа)<sup>51</sup>. Поэтому даже при использовании хороших руд потери железа могли достигать до 20—30% общего железа руды<sup>52</sup>. Другие потери железа в шлак зависели от искусства металлурга, от его умения поддерживать оптимальную температуру и соблюдать режим выпуска шлаков. Ярким показателем в этом отношении выступает моделирование сыродутного процесса Б. А. Колчиным и О. Ю. Кругом. В процессе эксперимента по выплавке железа при преждевременном выпуске шлака ими отмечался переход значительной части свободной закиси железа в шлак. Большие потери закиси железа происходили также при завышенных температурах плавки<sup>53</sup>.

Проведенный нами химический анализ металлургических шлаков показывает, что в большинстве случаев содержание закиси железа колеблется в пределах 57—62%<sup>54</sup> (табл. 2). На втором месте (по содержанию) всегда стоит кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ), который вместе с закисью железа идет на образование минерала фаялита ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ), основного компонента шлака. Количество кремнезема в шлаке, как правило, достигает 25—35%.

Другие окиси, влияющие на процесс шлакообразования — окись кальция, глинозем, окись магния, окись марганца ( $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ), в сумме составляют 1—12% (табл. 2). При сыродутном процессе получения железа значение последних окислов очень велико. Переходя в шлак, они способствуют снижению температуры образования шлака, а при определенных соотношениях

<sup>51</sup> Байков А. А. Прямое получение железа из руд. — Собр. трудов. М.: Л., 1949, т. 2, с. 341.

<sup>52</sup> Там же.

<sup>53</sup> Колчин Б. А., Круг О. Ю. Физическое моделирование сыродутного процесса производства железа. — В кн.: Археология и естественные науки. М., 1965, с. 212, 214.

<sup>54</sup> Анализ проводился в Центральной лаборатории Западно-Сибирского геологического управления.

<sup>50</sup> Байков А. А. Физико-химические основы..., с. 366.



## Результаты химического анализа металлургических шлаков

Место взятия пробы	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Төтө, печь № 1	28,26	—	61,55	1,97	5,62	0,09	0,24	0,64	0,11	сл.
Төтө, печь № 2	21,77	—	58,61	3,76	6,13	0,12	0,30	7,40	0,24	0,00
Тюргун-2	35,90	—	57,39	2,33	2,16	0,05	0,20	0,00	0,10	сл.
Тюргун-1	22,32	—	61,73	5,02	5,55	0,12	0,30	3,07	0,35	сл.
Кызыл-Таш	32,46	—	60,29	2,15	2,44	0,06	0,13	0,70	0,11	сл.
Бураты	28,95	0,19	50,15	0,90	16,2	0,07	0,29	0,56	0,15	0,10
Юстыд-1	25,07	0,15	65,45	2,06	3,57	0,07	0,49	0,84	0,11	0,12
Юстыд-5	25,68	0,16	59,27	4,48	5,07	0,10	0,46	0,90	0,20	0,15
Юстыд-2	34,49	0,16	55,89	2,87	1,08	0,09	0,42	1,23	0,11	0,07
Юстыд-7	31,15	0,16	1,61	57,95	7,14	0,09	0,30	0,79	0,10	0,00
Юстыд-6	34,37	0,23	2,33	57,80	1,34	0,06	0,34	0,84	0,07	сл.
Куэختонар-2, печь № 2, 4-й слой предгорнового углубления	29,97	0,05	1,09	61,43	5,68	0,03	0,25	1,12	0,06	0,06
Куэختонар-1, печь № 2, 7-й слой предгорнового углубления	29,77	0,05	1,20	59,60	6,91	0,05	0,75	0,56	0,06	0,06
Куэختонар-1, печь № 2, 7-й слой предгорнового углубления	28,66	0,03	59,96	1,12	7,94	0,05	0,73	0,28	0,06	0,06

Продолжение табл. 2

Место взятия пробы	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Куэختонар-1, печь № 2, 7-й слой предгорнового углубления	30,96	0,04	1,25	59,96	6,13	0,05	0,41	0,56	0,06	0,04
Куэختонар-1, печь № 2, 2-й слой предгорнового углубления	28,05	0,04	1,09	61,07	7,98	0,05	0,65	0,28	0,064	0,04
Куэختонар-1, печь № 2, 2-й слой предгорнового углубления	27,98	0,04	1,15	59,23	9,54	0,13	0,75	0,42	0,064	0,11
Куэختонар-1, печь № 2, 2-й слой предгорнового углубления	28,30	0,05	1,54	61,43	6,22	0,03	0,54	0,84	0,064	сл.
Куэختонар-1, печь № 2, 1-й слой предгорнового углубления	29,80	0,07	1,48	59,60	6,91	0,05	0,39	0,84	0,91	0,05
Куэختонар-1, печь № 2, 1-й слой предгорнового углубления	29,28	0,07	1,54	60,15	7,09	0,05	0,39	0,84	0,091	0,06



Место взятия пробы	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Кузхтонар-1, печь № 2, заполнение печи	32,77	0,08	2,15	58,86	4,43	0,05	0,41	0,56	0,091	сл.
Кузхтонар-1, печь № 2, заполнение печи	23,00	0,03	0,98	64,19	8,96	0,07	0,39	0,84	0,091	0,06
Кузхтонар-1, печь № 2, 3-й слой предгорного углубления	29,08	0,03	0,92	60,52	7,64	0,03	0,29	0,28	0,064	0,04
Кузхтонар-1, печь № 2, 3-й слой предгорного углубления	26,54	0,03	1,15	60,33	10,30	0,03	0,29	0,70	0,064	0,10
Кузхтонар-1, печь № 2, 6-й слой предгорного углубления	30,38	0,07	1,48	60,70	6,05	0,05	0,39	0,28	0,064	0,02
Кузхтонар-1, печь № 2, 6-й слой предгорного углубления	26,97	0,05	1,15	60,15	10,08	0,05	0,41	0,70	0,064	0,08

Продолжение табл. 2

Место взятия пробы	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Кузхтонар-1, печь № 2, 5-й слой предгорного углубления	33,01	0,05	1,42	59,41	4,78	0,03	0,39	0,42	0,064	0,02
Кузхтонар-1, печь № 1, заполнение печи	28,98	0,06	1,65	62,72	5,19	0,03	0,45	0,28	0,064	сл.
Кузхтонар-2, заполнение печи	30,60	0,07	2,15	55,55	8,86	0,05	0,81	0,84	0,064	0,04
Кузхтонар-2, заполнение печи	31,28	0,03	2,96	59,78	4,79	0,03	0,34	0,28	0,064	сл.
Кузхтонар-2, заполнение печи	32,70	0,04	3,13	58,49	3,85	0,03	0,55	0,70	0,064	сл.
Кузхтонар-2, заполнение печи	32,75	0,04	3,04	59,04	3,23	0,05	0,39	0,56	0,064	сл.



снижают ее до 1030°. В шлак также переходят зола и щелочи древесного угля.

Описанные окислы, являющиеся основными компонентами шлаков, взятые в отдельности, не плавятся при температурах сыродутного процесса получения железа. Так, кремнезем плавится только при 1710° С, глинозем — 2050° С, окись кальция — 2570° С. Однако в ходе сыродутного процесса, находясь в тесном взаимодействии, эти окислы образуют легкоплавкие смеси. Проведенные нами эксперименты показывают, что температура плавления шлаков, взятых из 7 сыродутных печей, составляет 1200—1540° С (табл. 3)<sup>55</sup>. Температура же шлакообразования всегда на 100—200° выше температуры его плавления<sup>56</sup>. Следовательно, температура, при которой протекал сыродутный процесс, должна была достигать минимум 1300—1640° С. Для снижения температуры шлакообразования при сыродутном процессе металлурги стремились вводить в печь руду только мелкими фракциями, так как чем крупнее куски, тем выше нужна температура образования шлака. Как правило, диаметр отдельной фракции руды в шихте не превышал 0,5—1 см. Указанная температура могла быть существенно снижена за счет введения в шихту незначительного количества шлака того же состава. Но полевыми исследованиями сыродутных печей на Алтае подобная технология приготовления шихты не отмечена. Распространенным явлением она была в соседней Хакасско-Минусинской котловине<sup>57</sup> (табл. 3).

Трудновосстановимые элементы, такие как хром, титан, молибден, кобальт и др., почти полностью переходят в железо. Подтверждением тому являются эксперименты по прямому восстановлению железа, проведенные Б. А. Колчиным и О. Ю. Кругом<sup>58</sup>.

Для успешного хода плавки металлургический шлак должен обладать достаточной подвижностью или текучестью, так как в ходе сыродутного процесса необходимо периодически выпускать его из печи. Большое влияние

Таблица 3

Температура плавления металлургических шлаков

Памятник	Начальная температура плавления, * С	Конечная температура плавления, * С
Кузнецовар-1.		
печь № 1	1540±15	1560±15
Тюргун-2	1580±15	1610±15
Тотто, печь № 1	1250±25	1375±25
Тотто, печь № 2	1250±25	1375±25
Кузнецовар-2	1200±25	1360±25
Тюргун-1	1200±25	1370±25
уэцтонар-1.		
печь № 2	1250±25	1375±25

на вязкость шлаков оказывает содержание в них кремнезема. Расчеты показывают, что шлаки, в которых содержание кремнезема более 40%, при низких температурах имеют меньшую вязкость, чем шлаки с содержанием кремнезема менее 40%<sup>59</sup>. Однако в условиях перегрева при одинаковой для обоих температуре последний более текуч.

Таким образом, изучение металлургических шлаков показало, что все они образовались в результате сыродутного процесса, который являлся единственным способом получения железа на Алтае в эпоху средневековья. Основной шлаков является закись железа. Из нерудных минералов преобладает кремнезем, затем идут прочие оксиды, участвующие в процессе шлакообразования, проходящего при весьма высокой температуре (1300—1640° С). Все исследованные шлаки относятся к вязким. Судя по всему, металлурги уменьшали вязкость последних, лишь добиваясь очень высокой температуры в рабочей камере печи. Снижение вязкости путем увеличения кремнезема в шихте ими не применялось, так как это вело к падению количества получаемого железа.

### Технология металлургии железа

Проведенный анализ железных руд, сыродутных печей, топлива и шлаков памятников черной металлургии позволяет восстановить технологию получения железа на Алтае в исследуемый период. В эпоху раннего средневековья

<sup>55</sup> Исследования проведены в Экспериментальной лаборатории минералогии и геохимии Томского университета.

<sup>56</sup> Гофман И. П. Физико-химические основы металлургии. М., 1948, с. 165.

<sup>57</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия..., с. 116.

<sup>58</sup> Колчин Б. А., Круг О. Ю. Физическое моделирование сыродутного процесса..., с. 215.

<sup>59</sup> Гофман Н. П. Физико-химические основы..., с. 176.



на Алтае железо получали исключительно сыродутным способом. На протяжении всей истории существования сыродутного производства суть процесса не менялась. Изменялись лишь конструкции сыродутных печей, их формы, размеры, совершенствовалось и усложнялось воздуходувное устройство. В конечном счете все это вело к складыванию собственных технологий получения железа у отдельных народов.

Основой сыродутного процесса является прямое восстановление железной руды в металлическое железо. Теоретические физико-химические обоснования прямого получения железа из руд разработаны выдающимся советским металлургом А. А. Байковым<sup>60</sup>. Суть их состоит в следующем. В невысокий сыродутный горн загружалась специально приготовленная шихта — смесь железной руды и древесного угля. Происходившее в ходе сыродутного процесса горение угля создавало в рабочем пространстве печи высокую температуру и сильно восстановительную атмосферу, представляющую окись углерода (CO). Находящаяся в таких условиях железная руда, состоящая в основном из окислов железа, кремнезема (SiO<sub>2</sub>), глинозема (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и других оксидов, подвергалась химическим изменениям. Под влиянием химических реакций одна часть окислов железа восстанавливалась до металлического железа (по схеме  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \longrightarrow \text{FeO} \longrightarrow \text{Fe}$ ) в виде отдельных зерен, которые сваривались в рыхлую железную губку (крицу), содержащую в своих пустотах определенное количество шлака. Другая часть окислов железа, восстановившись до закиси железа (FeO), соединялась с окислами — составными железной руды — и образовывала легкоплавкий шлак.

Содержание описанного процесса представляют следующие реакции:

1. Восстановление окиси железа в металлическое железо:  $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ ;  $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{CO} = 6\text{FeO} + 2\text{CO}_2$ ;  $6\text{FeO} + 6\text{CO} = 6\text{Fe} + 6\text{CO}_2$ .

2. Соединение закиси железа и кремнезема, т. е. образование шлаков. В зависимости от количества кремнезема произойдет одна из реакций:  $\text{FeO} + \text{SiO}_2 = \text{FeSiO}_3$  или  $2\text{FeO} + \text{SiO}_2 = \text{Fe}_2\text{SiO}_4$ .

<sup>60</sup> Байков А. А. Прямое получение железа..., с. 339—355; Он же. Физико-химические основы..., с. 356—380.

Мы видим, что образование закиси железа предшествовало появлению металлического железа. Благодаря тому, что закись железа находилась в тесном соприкосновении с породой руды, в начале шел процесс шлакообразования. Образовавшийся в ходе его легкоплавкий шлак стекал вниз сыродутной печи. Оставшаяся часть закиси железа, для шлакования которой не оставалось пустой породы, восстанавливалась до металлического железа. Причем восстановление железа в описанном порядке происходило лишь в случаях, если железная руда, загружаемая в печь, в течение короткого времени попадала в условия, при которых одновременно совершались процессы шлакования и восстановления окислов железа.

Важнейшим условием сыродутного процесса являлось создание на всем протяжении рабочего пространства печи температуры более 1000° С. Последняя обычно достигалась благодаря небольшой высоте сыродутных горнов (до 1 м). Однако большая потребность в железе для изготовления многочисленных видов орудий, оружия, принадлежностей конской сбруи, предметов быта вынуждена изыскивать пути увеличения производства металла, а следовательно, объема печей. Последнее могло быть достигнуто за счет повышения высоты рабочей камеры или изменения ее длины и ширины.

При увеличении высоты рабочей камеры, при прочих равных условиях, достижение высокой температуры, необходимой для плавки, возможно лишь в нижней ее части, где подается воздух. На остальной части рабочего пространства температура будет значительно ниже. Поэтому шихта, загружаемая в печь, длительное время, по мере продвижения вниз рабочей камеры, будет находиться при температуре ниже 1000° С. Попадая в эти условия, железные окислы начнут активно восстанавливаться еще до попадания в область температур возможных процессов шлакования (свыше 1000° С), полностью восстановятся до металлического железа. В этом случае образование шлаков происходит без закиси железа, за счет таких компонентов пустой породы, как кремнезем, глинозем, известь, дающих в совокупности легкоплавкие шлаки. В процессе шлакообразования также участвуют щелочи и золы древесного угля. Металлическое железо, образующееся в ходе восстановительных реакций, находясь



длительное время в соприкосновении с углеродом, успевает значительно науглеродиться, превращаясь таким образом в легкоплавкий чугун с содержанием углерода около 4%.

Таким образом, при увеличении высоты горна конечным продуктом сыродутного процесса было не железо, а чугун, который при отсутствии навыков его обработки не мог применяться в кузнечной технике и по этой причине долгое время считался браком производства<sup>61</sup>. Исходя из этого, очевидно, что до тех пор, пока не было освоено чугунолитейное производство, развитие металлургии железа в этом направлении наталкивалось на существенные технические преграды.

Повысить объем сыродутного горна можно было, также увеличив длину и ширину (или диаметр) рабочей камеры. Для создания равномерного процесса горения на всех горизонтах и высокой рабочей температуры на единицу объема шахты печи требуется определенное количество воздуходушных сопел. Следовательно, изменение параметров длины и ширины горна влекло за собой увеличение числа воздуходушных сопел. Этот путь был приемлем для повышения производительности печей, однако, вследствие ограниченных возможностей металлургии того времени, скоро наступал его предел.

На Алтае выход из создавшегося положения был найден в создании принципиально нового воздуходушного устройства, позволявшего строить сыродутные печи по объему, вдвое больше прежних. Новизна воздуходушного устройства состояла в том, что сопла устанавливались не внизу, а на высоте около 100 см, увеличивая тем самым «критическую» высоту рабочей шахты печи. Количество воздуходушных сопел было доведено до 22. Это позволяло поддерживать равномерный процесс горения, необходимый для создания оптимальной температуры в ходе сыродутного процесса и распределения газов по поперечным сечениям на всех горизонтах рабочей камеры сыродутной печи.

В результате сыродутные печи Алтая, являвшиеся стационарными сооружениями, рассчитанными на много-

кратное использование, получили значительное увеличение объема рабочей камеры (до 1 м<sup>3</sup>), что являлось большим достижением для того времени. Для сравнения можно привести параметры наиболее хорошо изученных древнерусских и минусинских сыродутных печей. Объем древнерусских не превышал 0,45 м<sup>3</sup><sup>62</sup>, минусинских — 0,14 м<sup>3</sup> (I тип печей, датирующийся VI—IX вв.) и 0,7 м<sup>3</sup> (II тип, датирующийся VIII—XII вв.)<sup>63</sup>.

При сооружении сыродутных печей плавильщики выработали оптимальные формы профиля рабочей камеры печи: как правило, верхняя колошниковая часть, постепенно расширяясь, переходила в зону, где происходил процесс горения. Тем самым загружаемая шихта могла свободно опускаться вниз и, кроме того, перед попаданием в зону горения рыхлилась.

Насколько эффективным являлся такой способ устройства печи, можно проиллюстрировать некоторыми этнографическими материалами. В XV—VIII в. у некоторых типов печей (в Европе) фурмы для подачи воздуха располагались на расстоянии 20—30 см от пола. Производительность сыродутных печей составляла 64—80 кг ковкого железа за 4—5 часов. Поднятие воздуходушных фурм на расстоянии 62 см от пола увеличило производительность до 144 кг<sup>64</sup>.

Таким образом, конструктивные особенности алтайских сыродутных горнов позволяли проводить плавку большого количества металла при оптимальных температурных условиях.

Следующим важным вопросом технологии металлургии являлась подготовка и проведение металлургического процесса. В изучаемый период не могло существовать научных правил составления шихты и ведения плавки. Достижение хороших результатов в производстве железа было обязано огромному эмпирическому опыту металлургов, позволявшему решать в каждом конкретном случае, как вести процесс дутья, из каких составных частей готовить шихту, исходя из наличия определенного вида руды, и, наконец, в какое время года производить плавку, так

<sup>62</sup> Колчин Б. А. Черная металлургия..., с. 54.

<sup>63</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия..., с. 99, 110.

<sup>64</sup> Стоскова Н. Н. Появление железа и первые способы его получения. — Тр./Ин-т истории естествознания и техники. М., 1960, т. 33, с. 244.



как последнее обстоятельство обуславливало влажность воздуха, значительно влиявшую на режим плавки.

В начале своей работы металлурги производили подготовку руды к плавке. Гематитовые и магнетитовые руды используемые алтайскими металлургами, являлись довольно однородными телами по сравнению с дерновыми, болотными рудами и были в меньшей степени загрязнены пустыми породами. Поэтому они подвергались дроблению и отделению от пустой породы путем тщательной ручной разборки и сортировки. Как уже отмечалось, основным нерудным минералом в железных рудах являлся кремнезем, следовательно, в ходе обогащения он удалялся. Это положение подтверждается химическим анализом. На памятнике Кузхтонар-1 произведены анализы руды уже готовой к употреблению, и руды, которая еще не подвергалась обогащению. Результаты анализа показали, что содержание кремнезема после очистки снизилось с 58, 30 до 20,12%.

Дробление руды производилось пестами на специально подготовленных уплощенных камнях-ступках до такой степени, пока отдельная фракция не достигала 0,5—1 см в диаметре. Один из таких камней обнаружен нами на р. Юстыд. Камень в середине имеет небольшое углубление, образовавшееся от долговременной работы. Подобная же наковальня-ступка известна из Кара-Кыз<sup>65</sup>. Описанная операция, кроме обогащения, преследовала и еще одну цель: измельчение руды для создания правильного хода сыродутного процесса. Чтобы руда, подготавливаемая к плавке, имела более или менее близкие размеры отдельных фракций, ее просеивали через решето. О том, что такая операция применялась металлургами при работе с магнетитовыми рудами, имеются свидетельства письменных источников. В наказе царя Михаила Федоровича от 11 сентября 1623 г. кузнецкому воеводе Баскакову сообщается: «А около Кузнецкого острога на Кондоме и на Мрассе-реке стоят горы каменные великие и в тех горах емлют кузничные ясачные люди камень, разжигают на дровах и разбивают молотами намелко, а разбив, сеют решето, а просеяв, сыплот поиемногу в горн, и в том сливается железо...»<sup>66</sup>.

<sup>65</sup> Исламов О. И. Разведка памятников горного дела в республиках Средней Азии.— Тр./Ин-т истории естествознания и техники. М., 1960, т. 33, с. 199.

<sup>66</sup> Спасский Г. Сибирский вестник.— СПб., 1819, т. 7, с. 141.

После того, как руда была приготовлена к плавке, металлурги приступали к основному процессу — выплавке железа. Сооруженную заранее сыродутную печь сильно проталивали дровами, затем через колюшник до уровня воздушных фурм засыпался древесный уголь и утрамбовывался. Насыпанный в печь уголь поджигался, затем верхняя часть шахты засыпалась послойно рудой и углем. По мере того, как руда и уголь оседали, их вновь добавляли. В ходе сыродутного процесса из печи периодически выпускался железистый шлак. В зависимости от необходимого количества металла процесс длился от нескольких часов до нескольких суток<sup>67</sup>. Когда весь уголь в печи прогорал, дутье останавливали. Этнографические и письменные источники свидетельствуют, что образовавшуюся крицу в печи специальным ломом перемешивали и обкатывали с целью ее уплотнения и удаления приставшего к железу шлака<sup>68</sup>. Затем железную крицу оббивали деревянным молотом или колотушкой. После чего тотчас клали на наковальню и проковывали молотом<sup>69</sup>. В результате шлаки, находящиеся в порах, вытекали наружу, и металл становился монолитным.

Г. Агрикола сообщает дополнительно, что железо, оставшееся в горне некоторое время после плавки руды, становится твердым<sup>70</sup>. Таким образом, при желании можно было сразу получить не мягкое железо, а углеродистую сталь. По всей вероятности, подобную технологию получения стали, наряду с другими способами, использовали и алтайские металлурги. Подтверждением тому является находка крицы в сыродутной печи в урочище Төтө, металлографические исследования которой показали структуру высокоуглеродистой стали.

Исследования сыродутных шлаков показали, что плавка железа проходила при достаточно высокой температуре — 1300—1600° С. Достижение такой температуры

<sup>67</sup> Агрикола Г. О горном деле и металлургии. М., 1962, с. 395.  
<sup>68</sup> Стожосова Н. Н. Появление железа и первые способы его получения... с. 246.

<sup>69</sup> Агрикола Г. О горном деле..., с. 395; Колчин Б. А. Черная металлургия..., с. 35.

<sup>70</sup> Gmelin J. Reise durch Sibirien von dem Jahre 1733.— Göttingen, 1751, S. 300; Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российского государства, ч. 3. СПб., 1788, с. 233; Агрикола Г. О горном деле..., с. 395.

<sup>71</sup> Агрикола Г. О горном деле..., с. 395.



требовало от металлургов больших затрат физических сил и огромного опыта по управлению сыродутным процессом. Только опираясь на эмпирические знания, металлург мог определить момент выпуска шлака, скорость дачи дутья, количество загружаемого угля и руды, учитывать в ходе плавки негативные моменты.

Чтобы наглядным образом представить процесс поджигания железа в сыродутном горне, можно привести наблюдение П. С. Палласа за плавкой железа, сделанное в конце XVIII в. в Восточной Сибири. Указанное наблюдение, поправкой на конструкцию печи и возможные вариации загружаемой шихты, вполне приемлемо и для Алтая эпохи раннего средневековья. «Печка состоит из четырехугольного поду, вышиной аршина на два и столько же шириной; посеред выкладена круглая яма, на пол-аршина простирающаяся вниз до гнезда пядени на три, перед которой такой же величины имеется отверстие. Когда кузнец работу зачинает, то наполняет гнездо толченым углем, которым накладывает наперед несколько горящих углей, засыпанных землею. По земле подводится каменная труба в полтора вершка длиною даже до половины гнезда, где для большого огня сбережения от огня надевают на нее другую старую трубу; после насыпают в печь несколько окалины, а потом заслаивают устье каменной плитой по сторонам все щели замазывают вязкою глиною, и, наконец, короба три высыпаят в печку; после кузнец ставляет меха в трубку и дует, и как огонь повсюду разгорится, то накладывает один коробок толченой руды, весом около десяти фунтов. Как скоро уголья, верхом прежних насыпанные, обгорят и опадут вниз, тотчас дополняют другим свежим и сверх поддают коробку руды и продолжают таким образом до тех пор, пока сверх прежних трех еще восемь коробок насыпают... Во все сие время непрестанно дуют в меха приспособленные нарочно к тому работники, которые и трубу от обседающей шкварены огнем очищают, и ежели где в горне прогорит, нового землекладывают от горна плиту, остальное недогорелое очищают огарки и шкварену, которых с полтретия пуда до пуда больше и меньше бывают, еще колесные щипцами снимают и тотчас деревянными молотами на земле раскалывают и так чугун отделяют, и шлак от окалины ка-

лами отседают. После сбивают еще окалину на наковальнях и тем работа оканчивается»<sup>71</sup>.

На основании химического анализа шлака и руды нами было подсчитано количество металла и шлака получаемых алтайскими металлургами из исходной руды. С этой целью проделано пятнадцать химических анализов шлаков, взятых с одного памятника — Куэхтонар-1 (печь № 2). Шлаки для исследования были взяты как из заполнения сыродутной печи, так и из предгорнового углубления, где располагались, чередуясь друг с другом, 7 слоев шлака с углем, разделенные прослойками прокаленной земли. Образование такой стратиграфии объясняется количеством плавов, произведенных в этой сыродутной печи. В данном случае таких плавов семь. Поэтому, кроме шлака, входящего в заполнение рабочей камеры, химическому анализу были подвергнуты образцы шлака из всех 7 слоев предгорнового углубления.

Достоверность расчетов подтверждается не только значительным количеством проделанных химических анализов, но и тем, что содержание основных компонентов шлака в них колеблется очень незначительно. Это значит, что при плавке использовалась руда из одного месторождения с однородным химическим составом. Кроме того, режимы отдельных плавов были очень близкими.

По данным химических анализов, приготовленная к плавке руда содержит 56,6% металлического железа и 20,7% примесей (табл. 4). В шлаке содержание металлического железа составляет в среднем 33,84%, примесей — 31,79%. Следовательно, из 100 кг руды выходило 65,28 кг шлака, на который расходовалось 33,84 кг железа руды. Итак на образование крицы использовалось 22,76 кг железа (56,6—33,84 кг), что составляло 40% исходного железа.

Если сравнить, например, эти данные с показаниями экспериментов по выплавке железа М. Радвана в свентокшижском горне (II в. до н. э.—IV в. н. э.) и Б. А. Колчина в древнерусской домнице, то можно сделать вывод о более продуктивном производстве металла на Алтае. Так, для получения 20 кг крицы в свентокшижском горне требовалось переплавить 200 кг руды<sup>72</sup>. В древнерусской домнице из такого же количества руды можно было выплавить

<sup>71</sup> Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. Ч. 3, с. 233.

<sup>72</sup> Bilenin K. Starozytne cornictwe..., S. 274.



Результаты химического анализа железных руд

Место взятия пробы	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Кузхтонар-1, печь № 2, руда обога- щенная	20,12	0,03	0,21	2,75	76,77	0,03	0,13	0,14	0,032	0,01
Кузхтонар-1, печь № 2, руда необо- гащенная	59,30	0,02	0,39	3,12	37,56	0,03	0,03	0,14	0,032	сл.
Тотто	24,39	—	0,29	2,50	71,16	0,08	0,20	0,84	0,08	сл.
Тюрюн-1	25,39	—	0,88	2,35	70,35	0,09	сл.	0,56	0,06	сл.
Тюрюн-2	45,29	—	0,24	1,76	51,41	0,05	0,03	0,28	0,04	0,00
Юстыд-1	30,73	0,06	0,28	1,32	65,50	0,05	сл.	0,42	0,05	сл.
Юстыд-2	24,41	0,15	0,48	1,18	77,38	0,04	0,13	0,34	0,04	0,15
Юстыд-3	18,08	0,08	0,59	0,74	75,48	0,03	0,17	0,56	0,06	0,02
Юстыд-4	23,55	0,14	0,65	0,79	84,34	0,04	0,34	0,22	0,04	сл.
Юстыд-5	4,29	0,09	0,20	2,21	65,90	0,04	0,11	0,56	0,05	0,00
Юстыд-6	30,02	0,12	0,45	1,03	66,42	0,04	0,26	0,22	0,04	0,00
Юстыд-7	31,10	0,12	0,73	1,47	73,68	0,06	0,17	0,39	0,04	0,00
Юстыд-8	21,95	0,10	0,20	0,88	66,40	0,04	0,13	0,45	0,03	0,00
Юстыд-9	32,25	0,11	0,35	1,76	82,10	0,03	0,22	0,22	0,05	0,00
Юстыд-10	14,04	—	2,15	7,51	62,60	1,48	2,01	2,65	0,26	сл.

40 кг губчатого железа<sup>73</sup>. Губчатое железо, образующееся в сыродутном горне, всегда пропитано и обито металлургическим шлаком, который удалялся при сварке железной губки в крицу. Поэтому выход товарного железа при указанной плавке не мог превышать 25 кг<sup>74</sup>.

Расчеты показали также, что процентное содержание в шлаке компонентов, употребляемых при плавке в качестве флюсов — глинозема, кремнезема, окиси кальция и окиси магния, — по сравнению с рудой значительно не изменилось. Можно с уверенностью сказать, что при сыродутном процессе на Алтае флюсы не применялись.

Анализ производства металла показывает, что в ходе последнего терялась значительная часть металлического железа (до 60%). Однако они были неизбежны и вытекали из сущности самого процесса<sup>75</sup>. Причинами низкого выхода товарного железа являлись: 1) присутствие в руде пустой породы, на ошлакование которой расходовалась значительная часть железа; 2) очень высокая температура в шахте сыродутной печи.

Изучение продукции сыродутного процесса показывает, что из руды не восстанавливаются некоторые вредные примеси, в частности, такие окислы, как кремнезем, закись марганца, а полностью переходят в шлак. Вместе с тем, если руда содержала примеси лигирующих металлов, то определенная часть их могла восстанавливаться из окислов, переходя в железо и тем самым значительно изменяя его свойства. Интересное сообщение об этом имеется у Г. Агриколы. Он пишет, что «железо можно выплавлять из руды, содержащей другие металлы, но в этом случае оно оказывается мягким, либо хрупким»<sup>76</sup>, т. е. твердым. Таким образом, зная качество тех или иных месторождений железа, в случае необходимости, металлурги могли получать мягкое или твердое железо. Этнографические материалы Северного Алтая подтверждают возможность получения металла с разными свойствами из различных месторождений железа. Так, из руды, залегающей в горе Онугун, выплавливали ковкую сталь «ой-болот», а в горе

<sup>73</sup> Колчин Б. А., Круг О. Ю. Физическое моделирование..., с. 214.

<sup>74</sup> При расчетах учитывались эксперименты М. Радвана, при производстве которых 63% губчатого железа переходило в крицу.

<sup>75</sup> Байков А. А. Физико-химические основы..., с. 366; Колчин Б. А. Черная металлургия..., с. 26.

<sup>76</sup> Агрикола Г. О горном деле..., с. 397.



Салынчак — хрупкую сталь «сай-болот»<sup>77</sup>. Интересны данные в этом отношении имеются в этнографии якутов, отмеченные одним из участников Якутской лесостроительной партии (1910—1914 гг.): «Особое внимание обращает на себя кустарная выплавка железа, причем свойство железа, взятого из разных рудников, различно: из одних рудников железо берут на гвозди, из других — на шины, из третьих — на топоры, ножи и ножницы»<sup>78</sup>.

Описанные способы получения железа с теми или иными свойствами имели, по всей вероятности, довольно широкое распространение. Основой тому являлся большой объем эмпирических знаний, накопленных металлургами, позволявший им определять сорта железной руды как по цвету, так и по месту залегания.

Итак, изучение техники металлургии показывает, что на Алтае в раннем средневековье была создана своя технология выплавки железа, которая велась в высокопроизводительных сыродутных печах. Сооружение подобных печей стало возможным лишь после создания специального воздухоудного устройства, описанного выше. Благодаря этому они сумели превзойти существовавший в то время предел увеличения производительности сыродутных печей. Накопленный эмпирический опыт металлургов позволял им проводить высокотемпературные плавки без применения флюсов. При этом они могли получать, зная качество железных руд, мягкое или твердое железо.

Подобное технологическое решение интенсификации металлургического процесса, по всей видимости, было не единственным. К сожалению, слабая изученность памятников железоделательного производства других районов не позволяет показать возможные варианты. Интересный в этом отношении материал, датируемый XIV в., имеется на городище Великие Болгары. Приведем описание найденных там печей. Цилиндрические бочонкообразной формы сыродутные печи сложены из сырцового кирпича. Диаметр основания их 80—110 см, высота — 130—150 см. Первоначальная высота составляла, вероятно, 2—2,5 м. В стенках описанных печей обнаружено большое

количество воздухоудных отверстий (от 2 до 26), расположенных без видимой системы по окружности. Нижняя отметка расположения сопел 15 см, верхняя — 74 см. Диаметр их составлял 2—3 см. Пол печей слегка покатый, выложен из глиняных плит<sup>79</sup>.

В описанных сыродутных печах, как видим, имеется большое количество воздухоудных сопел, верхний уровень расположения которых находится на значительном расстоянии от пола. Причина, побудившая металлургов применять такое воздухоудное устройство, кроется в значительных размерах печей. Поэтому не случайно, что из трех известных типов сыродутных печей оно присуще только тем, которые имеют большой диаметр и, что самое главное, — большую высоту (2—2,65 м).

Интерпретация описанного воздухоудного устройства как системы дутья, необходимой для получения чугуна, выглядит неубедительной<sup>80</sup>. Для получения чугуна, во-первых, не требуется температура больше, чем для получения железа, так как чугун плавится при температуре 1150—1200° С. Во-вторых, переход к доменному процессу, получению чугуна, связан не с увеличением количества воздухоудных сопел, а с увеличением высоты печи, но с таким условием, чтобы температура верхних и нижних частей печи значительно различалась (это достигается подачей воздуха снизу печи)<sup>81</sup>, чего невозможно было достичь в болгарских сыродутных печах. То есть, применение подобной разновидности воздухоудного устройства в сыродутных печах на городище Великие Болгары приводило к тем же результатам, что и на Алтае, а именно: получению железа, а не чугуна.

Представляется интересным провести технологическое сравнение сыродутных печей Алтая и Минусинской котловины. Обе эти территории располагались в одной горно-металлургической области, в исследуемый период на них обитало население, имеющее сходное хозяйство и находящееся примерно на одинаковом уровне развития.

По основным показателям нетрудно заметить существенные различия между печами Алтая и Минусинской

<sup>77</sup> Поталов Л. П. Очерк истории Ойротии. Новосибирск, 1938, с. 27.

<sup>78</sup> Струминский М. Я. Кустарный способ добычи руды и выплавка из нее железа якутами. — Сб. материалов по этнографии якутов. Якутск, 1948, с. 54.

<sup>79</sup> Ефимова А. М. Черная металлургия города Болгара. — МИА, М., 1956, № 61, с. 306.

<sup>80</sup> Там же; Королев А. В., Хлебникова Т. А. К вопросу о черной металлургии у волжских болгар. — МИА, М., 1960, № 80, с. 161.

<sup>81</sup> Байков А. А. Прямое получение железа..., с. 341.



котловины, показывающие определенную специфику развития металлургии железа на этих территориях. Отличия заключаются в следующем: 1. Дутье в минусинских печах производилось из предгорного углубления через горновое отверстие, расположенное в нижней части печи<sup>82</sup>. Судя по редким находкам, для этой цели служили специальные воздуходувные сопла<sup>83</sup>. 2. По высоте сыродутные печи Алтая в три раза превосходили минусинские, вследствие этого имелись и существенные отличия в объеме.

Вместе с тем наблюдается и определенное сходство. И те и другие печи в плане имеют вытянутые формы. Существенные параллели наблюдаются в размерах длины и ширины, а также показателях отношения длины к ширине, особенно с печами I типа (VI—IX вв. н. э.)<sup>84</sup>. Отмеченные аналогии, вероятно, не были случайными и соответствовали уровню развития технической мысли в Центральной Азии во второй половине I тыс. н. э.

Подводя в целом итоги исследования вопроса о железоделательном производстве на Алтае, необходимо подчеркнуть, что почти все памятники черной металлургии концентрируются в юго-восточном Алтае на базе многочисленных месторождений железных руд, доступных для разработки древними металлургами. Совокупность значительного количества памятников железоделательного производства и месторождений железных руд, располагающихся на огромной территории, дало возможность выделить крупный Чуйско-Курайский горно-металлургический район, достигший значительного развития во второй половине I—начале II тыс. н. э.

Изучение материалов металлургии железа на Алтае свидетельствует, что местные металлурги достигли существенных успехов в железоделательном производстве, создав при этом своеобразные по конструкции сыродутные печи, специфика которых позволяет нам выделить особый, кош-агачский, тип сыродутных печей.

Исследование сыродутных горнов, топлива, руд и шлаков железоделательного производства на Алтае позволило определить технологические особенности металлургии данного региона, суть которых состояла в осуществле-

нии высокотемпературного режима плавки, отсутствии применения флюсов, большом количественном выходе чистого железа, составлявшем 22 кг из 100 кг исходного сырья.

В заключение остановимся на вопросе происхождения описанных сыродутных печей. Археологические исследования памятников металлургии железа на Алтае не дали ни одной сыродутной печи, которую по своим конструктивным особенностям можно связать с более ранними сыродутными горнами. Рассмотренный тип печей, кош-агачский, появляется сразу. Это позволяет предположить, что он был занесен в юго-восточный Алтай с другой территории. К сожалению, слабая изученность подобных памятников на сопредельной территории не позволяет судить о месте появления кош-агачского типа печей. Материалы Минусинской котловины — наиболее изученного района — показывают, что там металлургия железа, хотя и имела определенные параллели, развивалась самобытным путем и имела многовековую традицию сооружения сыродутных печей.

Некоторую ясность в этом вопросе, возможно, могут дать нарративные источники, связанные с политическими событиями в Центральной Азии. Среди них особого внимания заслуживают сообщения о Тукюзском Доме Ашина, кочевавшем в государстве Пхин-Лян. В нем говорится, что после разгрома этого государства Китаем в первой половине V в. н. э. предводитель Тукюзского Дома Ашина с 500-ми семейств бежал к жужаньцам и, поселившись по южную сторону Алтайских гор, добывал железо для жужаньцев<sup>85</sup>. Таким образом, Южный Алтай явился на некоторое время местопребыванием Тукю.

Восточные хроники свидетельствуют, что Тукю занимались железоделательным производством еще до своего появления на Алтае. Но лишь на Алтае, где их металлургия поднялась на новую ступень, они прославились как плавильщики на всю Центральную Азию<sup>86</sup>.

Таким образом, возможно, что появление Тукю на Алтае дало мощный импульс развитию черной металлургии на изучаемой территории.

Окончательно этот вопрос может быть решен только после исследования памятников черной металлургии в сопредельных областях, особенно на территории Монгольской Народной Республики.

<sup>85</sup> Бичури Н. Я. Собрание сведений о народах..., с. 221.

<sup>86</sup> Там же, с. 228.

<sup>82</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия..., с. 107.

<sup>83</sup> Там же, с. 98.

<sup>84</sup> Там же, с. 93, 95, 106, 110.



## ЖЕЛЕЗООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО

## Методика исследования

Основным методом изучения металлообрабатывающего производства явился металлографический анализ, позволяющий определить структуру и свойства металла. Суть, специфика и возможности применения его в археологии при исследовании технологии обработки металла впервые показаны Б. А. Колчиным на материале Древней Руси. Им же предложена соответствующая методика изучения технологии кузнечного производства<sup>1</sup>.

Важнейшими звеньями металлографического анализа являются исследование макро- и микроструктур и измерение микротвердости металла. Цель макро- и микроструктурного исследования составляет выяснение структуры металла с помощью микроскопа. На основании полученных данных решались вопросы технологии изготовления того или иного изделия. Подобное сопоставление возможно потому, что между структурой металла, видимой под микроскопом, многими его свойствами и технологией изготовления существует тесная связь.

Первой ступенью анализа был отбор металлографических образцов, наиболее характерных для каждого изделия. Выбор места выпиливания требовал особой внимательности, особенно в отношении орудий труда и оружия. Чтобы проба была представительной у этой категории изделий, она вырезалась на рубяще-режущих частях, если это было возможно. При этом соблюдались все меры предосторожности, чтобы предотвратить сильный нагрев металла, приводящий к отпуску закаленных структур. Подготовка образца к исследованию заключалась в шлифовке и полировке, в ходе которых получался металлический шлиф без рисок и ямок, с зеркальной поверхностью.

Изучение образцов начиналось с микроскопирования отполированной, но не травленной поверхности. Рассмотрение нетравленного шлифа под микроскопом облегчало фиксирование пор, трещин и шлаковых включений, содержащихся в металле.

После предварительного рассмотрения нетравленного образца последний подвергался травлению 3%-ым раствором азотной кислоты в спирте. Травление полированной металлической поверхности микрошлифа химическим реактивом являлось средством дифференциации структурных составляющих, так как непосредственно после полировки большинство их, за исключением неметаллических включений, не различаются. При действии реактива на поверхность шлифа отдельные структурные составляющие проявляются неодинаково — одни сильнее, другие слабее. Те из них, которые протравлены слабее, под микроскопом выглядят светлыми, сильнее — темными. Таким образом, полученная картина позволяла судить о структуре исходного материала, а следовательно, и его свойствах.

Описание структур осуществляется принятой в металлографии терминологией. Остановимся подробнее на отдельных терминах. Феррит — структурная составляющая сплавов железа. В результате плохой растворимости углерода в  $\alpha$ -железе (около 0,02%) можно считать, что феррит его практически не имеет. Обычное травление выявляет только границы зерен. Поэтому структура феррита под микроскопом выглядит в виде зерен той или иной величины. Более глубокое травление дает незначительную разницу в цвете зерен феррита. Он относительно мягок, пластичен.

Перлит — феррито-цементитная смесь, выделившаяся из аустенита, содержащего 0,8% углерода при сравнительно медленном охлаждении железо-углеродистого сплава. Обе фазы, феррит и цементит, образуются в виде чередующихся пластинок. Поэтому его структура очень похожа на структуру жемчуга, отчего и произошло название «перлит», что по-английски означает жемчуг. В большинстве случаев перлит имеет пластинчатое строение, реже — зернистое. Количество феррита и перлита зависит от содержания углерода в стали. При содержании углерода более 0,02%, но менее 0,8%, структура состоит из феррита и перлита.

Цементит или карбид железа ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ). В цементите содержится 6,67% углерода. Он обладает высокой твердостью и низкой пластичностью. При микроскопическом исследовании после травления азотной кислоты в спирте

<sup>1</sup> Колчин Б. А. Черная металлургия..., с. 10—15.



цементит выглядит в виде светлых кристаллов или светлых окаймлений вокруг перлита (в сталях, содержащих более 0,8% углерода).

Сорбит — одна из структурных составляющих железноуглеродистых сталей, представляет собой дисперсную разновидность перлита. Образуется в ходе распада аустенита при температурах около 650° С. Твердость, ударная вязкость и прочность выше, чем у перлита.

Троостит — одна из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов, представляет собой высокодисперсную разновидность перлита. Троостит образуется в ходе распада аустенита при температурах ниже 600° С. Твердость троостита выше перлита и сорбита. При микроскопическом исследовании он имеет темный цвет.

Мартенсит — перенасыщенный раствор Fe — C, получившийся из аустенита, при очень большой скорости охлаждения, соответствующей охлаждению в воде. Под микроскопом структура мартенсита имеет игольчатое строение. Мартенсит обладает очень высокой твердостью.

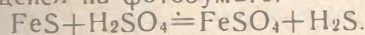
Чугуны — железоуглеродистые сплавы, содержащие углерод более 1,7%. В металлургии различают белые и серые чугуны. В белых чугунах углерод присутствует в виде цементита. В серых чугунах значительная часть углерода присутствует в виде графита. Чугуны, имеющие структуры, промежуточные между структурами белого и серого чугунов, называются половинчатыми. Они содержат как цементит, так и графит.

Определение содержания углерода. Количество углерода в стали определялось по микроструктуре. Доэвтектоидная сталь, как известно, имеет две структурные составляющие — феррит и перлит. Содержание углерода в феррите очень мало, поэтому можно считать, что весь углерод содержится в перлите. Перлит содержит 0,83% углерода. Исходя из того, что перлит и феррит имеют примерно одинаковый удельный вес, количество перлита в стали подсчитывалось из отношения площади, занимаемой перлитом на поверхности изучаемого шлифа, ко всей площади последнего. Полученный результат, помноженный на 0,83%, представлял величину содержания углерода в стали.

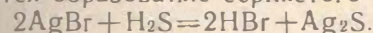
Определение наличия серы. Для выявления серы в чугуне применялся метод Баумана, состоящий в проведении ряда химических реакций. По-

верхность хорошо отшлифованного образца металла протирается ватой, смоченной в спирте, с целью снятия остатков абразивного материала. Затем лист фотографической (бромосеребряной) бумаги на свету пропитывается в течение 5—10 минут в 5%-ном водном растворе серной кислоты. После этого на подготовленный шлиф накладывается эмульсионной стороной фотографическая бумага и слегка проглаживается рукой или резиновым валиком для удаления пузырьков воздуха. Фотобумага выдерживается на шлифе около 2—3 минут. Снятая бумага промывается под струей воды, закрепляется в растворе гипосульфита, тщательно прополаскивается в воде и просушивается.

Сера находится в чугуне в виде соединений с марганцем (MnS) и железом (FeS). На участках поверхности металла, имеющих скопления сернистых соединений (сульфидов), происходит реакция последних с серной кислотой, имеющейся на фотобумаге:



Аналогичная реакция протекает и с сернистым марганцем. Образующийся сероводород непосредственно против очагов своего выделения воздействует на кристаллы бромистого серебра фотоземли. На участках воздействия происходит дальнейшая реакция, результатом которой является образование сернистого серебра:



Сернистое серебро имеет коричневый цвет. Поэтому полученные на фотобумаге участки коричневого цвета указывают на размещение сульфидов. Количество этих участков и интенсивность окраски определяет степень концентрации серы в изучаемом образце.

Все описанные методы, использованные в исследовании железообрабатывающего производства, позволили сделать выводы о неоднородности сплавов, создаваемой термической и химико-термической обработкой; структуре и строении материала и, следовательно, его физико-химических свойствах; характере и качестве технической обработки металла; способах изготовления и конструктивных схемах кузнечных изделий; особенностях металла различных географических районов и археологических культур; динамике развития кузнечного ремесла во времени. Результатом проведенных анализов явилось восстановление технологического процесса кузнечества.



Источником изучения технологии кузнечного производства алтайских племен VI—X вв. явились археологические материалы преимущественно погребальных комплексов. С этой целью исследована кузнечная продукция 43 памятников периода поздних кочевников, в общей сложности 216 металлических предметов, распределенных следующим образом (рис. 30):

### Горный Алтай

1. Ак-Кообы, курган, изучен В. Д. Кубаревым в 1978 г. материалы хранятся в ИИФФ СО АН СССР, на исследование взято 3 предмета (далее краткое описание).
2. Бар-Бургазы-II, курган, В. Д. Кубарев, 1978, ИИФФ СО АН СССР, 7 предметов.
3. Баратал, курганы и оградка, В. Д. Кубарев, 1974, ИИФФ СО АН СССР, 2 предмета.
4. Катанда II, курганы и впускные могилы, В. В. Радлов, 1965, ГИМ; курганы, С. И. Руденко, 1925, ГЭ; курганы и впускные могилы, А. А. Гаврилова, 1954, ГИМ и Горно-Алтайский краеведческий музей, 14 предметов.
5. Курай I—VI, курганы и оградки, Я. А. Евтюхова и С. В. Киселев, 1935, ГИМ, 21 предмет.
6. Кудыргэ, курганы, С. И. Руденко, А. Н. Глухов, 1924; оградки и курганы, А. Н. Глухов, 1925; курганы и оградки, А. А. Гаврилова, 1948, ГЭ, 9 предметов.
7. Тал-Дура, оградки, В. Н. Елян и В. А. Могильников, 1977, Горно-Алтайский пединститут, 11 предметов.
8. Туэкта, курганы, А. П. Марков и С. М. Сергеев, 1935, Горно-Алтайский краеведческий музей; Л. А. Евтюхова и С. В. Киселев, 1937, ГИМ, 7 предметов.
9. Табажек, оградка, В. В. Радлов, 1865, ГИМ, 2 предмета.
10. Узунтал, I, V, VIII, курганы, Д. Г. Савинов, 1971, Горно-Алтайский краеведческий музей, 32 предмета.
11. Усть-Улага I, оградка, В. Д. Кубарев, 1974, ИИФФ СО АН СССР, 1 предмет.
12. Юстыд, курганы и оградки, В. Д. Кубарев, 1977, ИИФФ СО АН СССР, 19 предметов.

13. Янокур, курганы и оградки, М. П. Грязиов, 1939, ГЭ, 20 предметов.

### Предгорья Алтая

14. Ближние Елбаны 2, 5—8, могильники и поселения, М. П. Грязиов, 1946, 1947, 1949, ГЭ, 12 предметов.
  15. Гилево 9, 13, курганы, В. А. Могильников, 1976, Институт археологии АН СССР, 14 предметов.
  16. Карболиха VII, курганы, В. А. Могильников, 1975, Институт археологии АН СССР, 5 предметов.
  17. Кызыл-Ту, курганы, С. С. Черников, 1953, Усть-Каменогорский краеведческий музей, 1 предмет.
  18. Осинковский могильник, Д. Г. Савинов, 1970, ГЭ, 6 предметов.
  19. Поселение у Гурьевского совхоза, М. Г. Елькин, 1966—1967, Прокопьевский краеведческий музей, 15 предметов.
  20. Славянка, курганы, С. С. Черников, 1953, Усть-Каменогорский краеведческий музей, 1 предмет.
  21. Сростки, курганы, М. Д. Копытов, 1925, Бийский краеведческий музей; М. Н. Комарова, 1925; С. М. Сергеев, 1930, ГЭ, 6 предметов.
  22. Усть-Козлуха, курган, сборы, Бийский краеведческий музей, 1 предмет.
  23. Фоминское, курганы, сборы М. Д. Копытова, 1925, Бийский краеведческий музей, 1 предмет.
  24. Юпитер 10, курганы, С. С. Черников, 1954, Усть-Каменогорский краеведческий музей, 1 предмет.
  25. Юпитер 11, 18, курганы, С. С. Черников, 1854, Усть-Каменогорский краеведческий музей, 4 предмета.
- Все исследованные предметы делятся на четыре группы: 1) орудия труда (41 экз.); 2) оружие (33 экз.); 3) принадлежности конской сбруи (129 экз.); 4) домашняя утварь и детали костюма (13 экз.).
- Периодизация алтайских памятников наиболее полно разработана А. А. Гавриловой. Хронологически его выделены 6 типов погребений: 1) одицовский (II—IV вв.); 2) берельский (IV—V вв.); 3) кудыргинский (VI—VII вв.); 4) катадинский (VII—VIII вв.); 5) сросткинский (VIII—



X вв.); 6) часовенногорский (XIII—XIV вв.)<sup>2</sup>. Использованный в нашей работе материал относится к 3—5 периодам и датируется VI—X вв. Учитывая немногочисленность материала отдельно по каждому периоду, представляется целесообразным рассмотреть технологические характеристики изделий для VI—VIII и VIII—X вв. Тем более, что в VI—VIII и VIII—X вв. происходят наиболее существенные изменения в культуре населения Алтая, связанные с политическими событиями в Центральной Азии — господством тюркских каганатов, а затем уйгуров и кыргызов.

#### а. Технология кузнечного ремесла в VI—VIII вв.

Из материалов VI—VIII вв. технологическому исследованию подверглось 76 предметов, из них 11 — орудий труда и оружия, 58 — деталей конской сбруи, 7 — домашней утвари и принадлежностей костюма.

#### *Орудия труда*

Для изучения техники обработки железа и стали наиболее интересны орудия труда и оружие, так как к ним предъявлялись повышенные требования в эксплуатации и при их изготовлении применялись все технические достижения, которыми располагали кузнецы того времени.

Ножи. По своему назначению нож являлся универсальным орудием труда и необходимым атрибутом воина-кочевника. Он имел широкое применение в различных домашних промыслах — кожевенном, войлочном, деревообработке и домашнем хозяйстве. В изученной коллекции VI—VIII вв. — два ножа. Один из них дошел до нас во фрагментарном состоянии. Структурное изучение обломка ножа показало, что откован он из высокоуглеродистой стали (рис. 31, 34, 40, 1). Последней операцией явилась местная закалка режущей части лезвия (структура мелкоигольчатого мартенсита) в холодной воде. Изделия, изготовленные по такой технологии, хорошо держали остроту, но были весьма хрупкими. Возможно, поэтому у найденного экземпляра конец лезвия обломан.

<sup>2</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудырты..., с. 105—106.

Технология изготовления ножей цельностальной конструкции была довольно проста и сводилась к приемам свободнойковки металла. Вся сложность состояла в том, чтобы при нагреве металла соблюдать температурный режим и не допускать пережога, в результате которого свойства стали значительно ухудшились.

Второй нож серповидной формы с прямой короткой рукоятью и клиновидным лезвием. Длина его около 17 см, ширина лезвия колеблется от 1 до 1,8 см. Подобные кривые ножи — «оруж» — употреблялись на Алтае до недавнего времени. Местное население применяло их для заготовки пучков травы на зиму<sup>3</sup>. Разумеется, эти ножи могли срезать и колосья злаковых культур.

Металлографическое изучение показало, что нож изготовлен по довольно сложной технологии. Вначале это изделие было отковано из чистого хорошо прокованного железа. После этого нож подвергся односторонней цементации. В процессе цементации на поверхности рабочей части ножа образовался стальной слой. Сочетание мягкой железной основы и твердого стального слоя придавали изделию отличные рабочие качества, он мог держать остро и был достаточно пластичным (рис. 31, 32, 57, 1).

Стамеска. В памятниках эпохи поздних кочевников Алтая этот инструмент встречается довольно редко. Применялся он в деревообработке при выделке посуды, пробивании отверстий и пазов различных деревянных конструкций. По изучаемому периоду исследован 1 экз. Он представляет собой четырехгранный стержень с лезвием на одном конце и черешком на другом. На круглый черешок инструмента насажена роговая рукоять. Длина стамески 16 см, ширина лезвия 1 см. Технологическое изучение показало, что откована стамеска из высокоуглеродистой стали (рис. 31, 194).

#### *Оружие*

Как уже отмечалось, в производстве оружия (помимо орудий труда) отражается технический уровень кузнечного ремесла. К сожалению, сохранность изделий не позволяла в должной мере провести металлографические исследования этой важной группы кузнечных поковок.

<sup>3</sup> Киселев С. В. Древняя история..., с. 510.



Для металлографического анализа использовано 9 предметов.

Меч. Из наступательного оружия ближнего боя технологически исследован 1 однолезвийный меч. Длина сохранившейся части меча 47 см, ширина — 3 см. Лезвие имеет клиновидное сечение. Как свидетельствует микроструктурный анализ, меч изготовлен из хорошо прокованного, свободного от шлаковых включений, железа (рис. 32, 49; 41, 1, 2). Каких-либо операций, улучшающих рабочие качества изделия, нами не отмечено. Не исключено, что при производстве меча могли применять операцию науглероживания, но сильная коррозия поверхностного слоя не позволила ее зафиксировать. Судя по сохранившейся части меча, можно заключить, что технология изготовления его ограничивалась обычными приемами свободнойковки.

Наконечники стрел. Оружие дистанционного боя в изученной коллекции представлено 7 наконечниками стрел. Среди них 6 наконечников трехлопастной формы. У последнего сохранился лишь черешок, поэтому о его форме судить трудно. Все наконечники стрел имеют небольшую ширину лопастей. Некоторые из них снабжены отверстиями округлой формы. Размеры: длина пера — 3—4 см, ширина — 1,2—2 см, длина черешка — 5,2—8 см. По мнению исследователей, трехлопастные наконечники стрел обладают очень хорошими баллистическими качествами и предназначены для поражения незащищенного панцирем противника<sup>4</sup>.

Проведенные микроструктурные исследования показывают, что все наконечники, за исключением одного экземпляра, изготовленного из кричного железа (рис. 32, 169), откованы из стали. Для их производства кузнецы использовали сталь с различным содержанием углерода. Два наконечника выкованы из низкоуглеродистой стали (рис. 32, 167, 168), два — из среднеуглеродистой (рис. 39, 165, 166) и два — из высокоуглеродистой (рис. 32, 159, 164). Для поковок в основном брался металл среднего качества.

При работе с наконечниками стрел кузнецам необходимо было обладать филигранной техникой, так как тре-

бовалось не только симметрично отковать отдельные лопасти, но и равномерно распределить общее количество металла между ними, чтобы не произошло смещения центра тяжести. Поэтому помимо приемов свободнойковки использовались специальные операции с применением штампов и обжимок. Обращает на себя внимание, что все наконечники стрел откованы кузнецами-оружейниками с большим мастерством. Они тщательно отделаны, хорошо заточены. Такой высокий уровень техники изготовления наконечников стрел предполагает, что их могли отковывать только высокопрофессиональные мастера, имевшие большой производственный опыт.

### *Принадлежности конской сбруи*

Принадлежности конской сбруи — наиболее многочисленная категория изделий из черного металла в памятниках поздних кочевников Алтая. За редким исключением, во всех исследуемых курганах встречаются различного вида удила, стремяна, подпружные и уздечные пряжки, всевозможные бляхи. Несколько реже в захоронениях фиксируются металлические оковки деревянной основы седла. Анализ погребального инвентаря памятников Алтая показывает, что изготовление металлических частей конской упряжи составляло видную, если не основную, статью кузнечного производства алтайских ремесленников, что объяснялось характером кочевого хозяйства. Лошадь играла первостепенную роль в хозяйстве кочевников Алтая, она была необходимой принадлежностью как рядовых, так и богатых соплеменников.

Рассмотрим основные виды снаряжения всадников VI—VIII вв. на Алтае.

Стремяна. В VI—VIII вв. стремяна употреблялись двух типов: восьмерковидные и с вытянутым прямоугольным или трапециевидным пластинчатым ушком. Оба типа на Алтае появились в VI—VIII вв.<sup>5</sup> и бытовали довольно долго, до конца I тыс. н. э. В погребальных комплексах эти типы стремян количественно представлены примерно поровну. В силу степени сохранности предметов технологически изучено 2 стремени первого типа и 15—второго.

Контур стремян I типа округлый, дужка и петля для ремня при соединении имеют вид восьмерки. Восьмер-

<sup>4</sup> Худяков Ю. С. Опыт типологической классификации наконечников стрел енисейских кыргызов. — В кн.: Соотношение древних культур Сибири с культурами сопредельных территорий. Новосибирск, 1975, с. 311.

<sup>5</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудыргэ... табл. 7, 4; 8, 9, 10.



ковидные стремена произошли от веревочных и ремешковых и относятся к древнейшим евразийским формам. Размеры их: длина — 14, 16 см, ширина — 9, 13 см, ширина подножки — 3 см, ширина прорези для путалища — 1,8—2 см. Как показали металлографические исследования, стремена откованы из низко- и высокоуглеродистой стали (рис. 33, 140; 43, 4). Способ изготовления стремей был простейшим. Предназначенная для обработки заготовки металла вытягивалась, из средней части формировалась подножка. Последующими кузнечными операциями по обе стороны от подножки формировались ромбические в сечении дужки стремени. В заключение производили изгиб и сварку концов металла в верхней части петли для путалища.

Стремена II типа имеют округлый, изредка арочный контур. Ушко для путалища, в месте сочленения с дужкой, за редким исключением, заужено. Подножка округлая, в двух случаях в средней части имеет прогиб внутрь. Нижняя сторона подножки снабжена одним усиливающим валиком. Длина стремей колеблется от 15 до 20 см, ширина — от 9,5 до 16,5 см, ширина подножки, как правило, небольшая — 2,5—6 см, изредка 10 см, ширина прорези для путалища — 1,6—2,5 см. Микроструктурными исследованиями установлено, что кузнецы при производстве стремей II типа использовали в основном кричное железо (рис. 34, 47, 48, 113, 114, 116, 178, 179, 193, 207, 35, 139; 42, 2—4; 45, 2), реже низкоуглеродистую сырьцовую сталь (рис. 35, 42, 45, 49). Металл для поковок использовался низкого качества, с большим количеством шлаковых примесей.

Технология производства стремей данного типа ограничивалась приемами свободнойковки по давно установившейся традиции, характерной для всех кузнецов Алтая. Судя по тому, что изготовленные стремена носило массовый характер, отдельные их экземпляры мало чем отличались друг от друга. Лишь два стремени: с двумя отверстиями вместо петли (Курай VI, курган I) <sup>7</sup> и с узкой подножкой и пластинчатым прямоугольным ушком

без сужения (Кудыргэ, могила 7) <sup>8</sup> не характерны для изучаемой территории.

Исследование алтайских стремей свидетельствует о свободном владении кузнецов приемами не только горячейковки, но и различными методами штамповки, которые они зачастую применяли при формовке пластинчатых ушек.

Удила. Удила являются одной из важнейших частей конской узда. Состоят они из двухчленного грызла и боковых прищечных ограничителей-псалиев. По форме прищечных ограничителей удила подразделяются на удила с кольчатыми и стержневыми псалиями. Для анализа использовано 3 предмета первой и 17—второй группы.

Из удил с кольчатыми псалиями двое изготовлены из низко- и высокоуглеродистой стали (рис. 29, 106, 199), одни — из кричного железа (рис. 29, 48). Процессковки подобного рода удил состоял из ряда самостоятельных кузнечных операций по изготовлению отдельных деталей изделия. Наибольшую сложность при этом, вероятно, составляло производство звеньев межзубья. Технологияковки последних протекала в следующем порядке. Приготовленная заготовка в процессе горячейковки вытягивалась в длину на расстояние, примерно в два раза превышающее требуемую длину звена. Затем полоса металла сгибалась вдвое таким образом, чтобы в месте сгиба оставалась небольшая петля для продевания кольчатых псалиев. Сложенные вместе концы заготовки проковывались (сваривались) при температуре сварочного жара. Процесс изготовления больших и малых колец был во многом схож. Заготовки металла в процессе свободнойковки вытягивались в круглые стержни необходимой длины и толщины. Для придания удилам красоты стержни винтообразно скручивались. Большим кольцам придавали форму округлого кольца, малым — восьмеркообразную. После изготовления всех деталей происходил процесс сборки. В петлю межзубьев продевались концы больших и малых колец и сваривались. Последней операцией являлось сочленение межзубьев.

Картографирование находок удил первой группы показывает, что описанная технология их изготовления применялась лишь кузнецами Южного Алтая.

Удила со стержневыми псалиями получили широкое

<sup>8</sup> Гаврилова А. А. Могилиник Кудыргэ... табл. 14,7.

<sup>6</sup> Кирпичников А. Н. Снаряжение всадника и верхового коня на Руси IX—XIII вв. — Л., 1973, с. 48.

<sup>7</sup> Евтюхова Л. А., Киселев С. В. Отчет о работах..., рис. 26.



распространение на Алтае в VI—VIII вв. Технологически исследовано 17 экземпляров. По форме окончания стержней грызла и псалиев они подразделялись на три типа.

I тип (катандинский)<sup>9</sup> — удила со стержневыми костяными псалиями. Окончания грызла однокольчатые, с широкими внешними кольцами, в которых помещался псалий и ремень повода. К этому типу, видимо, следует отнести и однокольчатые удила с утраченными псалиями, материал которых быстрее разрушался, чем металлическая основа изделия. Той же точки зрения придерживается и А. А. Гаврилова<sup>10</sup>.

Металлографически изучено 7 экземпляров удил I типа: 4 из них откованы из стали (рис. 35, 41, 51, 211, 217, 44, 2) и 3 из железа (рис. 35, 54, 55, 56). Металл, использованный для поковок, как правило, низкого или среднего качества, с многочисленными шлаковыми примесями. Изготовлены удила свободной ковкой металла. Для получения колец на межзубьях применяли пробойники. Судя по всему, это был не единственный способ получения колец, так как в двух случаях (рис. 35, 41, 51) на шлифах нами были обнаружены сварочные швы, свидетельствующие о том, что здесь применялась более сложная технология, при которой для образования кольца раскованный прут металла складывался пополам, в месте сгиба формировалось отверстие для псалия, а концы сложенного прута сваривались.

II типа удила (кыргызский)<sup>11</sup> представлен одним экземпляром. Он имеет эсовидные псалии, продетые в одно из колец восьмерковидного окончания грызла. Кольца грызла по отношению друг к другу располагаются во взаимно перпендикулярных плоскостях. Псалии имеют боковой шток с двумя отверстиями. Одно из них служило для пропуска кольца грызла, другое — для крепления ремня оголовья. Микроструктурный анализ показал, что удила II типа откованы из высокоуглеродистой стали (рис. 35, 107).

III тип — удила с простыми круглыми кольцами на концах грызла и эсовидными псалиями с боковым щит-

ком. Двое исследованных удил по технике изготовления близки II типу. При их производстве использована низкоуглеродистая сталь (рис. 36, 108, 109).

K IV типу в изученной коллекции относится 6 удил: однокольчатые, со скобой на псалии. Структурное изучение показало, что все они откованы из стали. Содержание углерода в металле различных поковок колеблется от 0,1 до 0,8% (рис. 36, 140, 146, 188, 189, 202, 206).

Металлографическое исследование позволило представить технологию изготовления удил II—IV типов. Заготовки металла в начале подвергались горячей ковке, чем частично освобождался металл от шлаков. Затем и изготавливались отдельно звенья грызла, псалии, скобы или щитки для оголовья и кольца, если они были предусмотрены, для повода. Обработка металла производилась обычной свободной ковкой, для пробивки отверстий применялись пробойники различных конфигураций. После отковки отдельных частей проводилась сборка удил.

Удила II типа (раннесросткинского) имеют восьмерковидные окончания грызла, расположенные в одной плоскости. Судя по малочисленности экземпляров, удила данного типа появились лишь в конце изучаемого периода и не являлись для него характерными. Широкое распространение они получили в последующее, сросткинское, время<sup>12</sup>. Микроструктурному исследованию подвергнут один экземпляр удил. Откованы они из низкоуглеродистой стали (рис. 36, 187/1).

Наряду со стремянами и удилами в памятниках VI—VIII вв. постоянно встречаются всевозможные пряжки от подпруги и ремней узды, округлой, овальной или четырехугольной формы. По внешнему оформлению различаются пряжки со свободно вращающимся язычком и язычком, вращающимся вместе с осью.

Пряжек со свободно вращающимся язычком изучено 5 экземпляров. Откованы они из железа (3 экз.) и различных сортов стали (рис. 38, 145, 192, 195, 198, 305). Изготовление их было довольно простым и ограничивалось приемами свободнойковки с последующей кузнечной сваркой концов кольца пряжки.

Пряжки с язычком, вращающимся вместе с осью, отличаются большими размерами и более сложной тех-

<sup>9</sup> Там же, рис. 16, 3.

<sup>10</sup> Там же, с. 80.

<sup>11</sup> Там же, рис. 16, 4.

<sup>12</sup> Там же, рис. 16, 6.



никовой изготовления. Для поковок использовалось кричное железо и мягкая сырцовая сталь (рис. 37, 95, 148). Все три части пряжки производились отдельно. Для изготовления язычка пряжки и оси из одного куска заготовки отковывали круглый прут необходимой длины. Одна сторона зубилом разрубалась вдоль пополам. Полученные концы изгибались по отношению к язычку под углом в 90° и вставлялись в приготовленные в рамке отверстия. Такая форма пряжки придавала язычку жесткую фиксацию и устойчивость.

Из принадлежностей узды, кроме удила и пряжек, исследованы тройники и соединительные кольца. Тройник состоит из трех металлических пластин, свободно вращающихся на кольце, предназначавшихся для соединения концов ремней. Металлографическому анализу подвергнут один тройник. Он изготовлен из высокоуглеродистой стали (рис. 38, 196).

Соединительных колец изучено 2 экземпляра. Одно из них отковано из кричного железа и одно — из сырцовой стали (рис. 37, 57, 191).

В памятниках VI—VIII вв. довольно многочисленны металлические пластины-накладки овальной, прямоугольной, трапециевидной или ажурной формы, относящиеся, по-видимому, к оснастке седел. Для фиксации накладок применялись железные стержни-заклепки и шайбы. Металлографически проанализировано 11 экземпляров накладок. Исследование показывает, что ковались они из мягкого железа, реже — сырцовой стали (рис. 38, 84—92, 181). Судя по большому количеству шлаковых включений в металле, последний не подвергался предварительной обработке.

### *Домашняя утварь и принадлежности костюма*

Указанная категория изделий, особенно домашняя утварь, скупо представлена в погребальных памятниках поздних кочевников. Нами исследованы металлические накладки и пряжки от пояса, кресало, 2 предмета неизвестного назначения и чугунный сосуд.

Среди представленной группы материала особенно выделяются по составу металла изделия, относящиеся к поясному набору. Среди них — овалнорамчатая пряжка

с округлыми выступами в нижней части. В выступах имеются отверстия для крепления стержня, несущего язычок в щиток (рис. 37, 173). Кроме пряжки в коллекции присутствуют две поясные накладки, одна из них — сегментовидной, другая — квадратной формы. Для фиксации на ремне накладки снабжались с тыльной стороны аналогичными по форме пластинами, скрепляясь с ними четырьмя небольшими заклепками (рис. 37, 170, 172). Технологические исследования показали, что все детали поясного набора изготовлены из однотипного металла — феррита, в структуре которого фиксируются нитриды железа. Подобная структура металла в других памятниках Алтая больше не встречается.

Объяснения наличия в кузнечных изделиях нитридов железа пока не найдено. Е. Пясковский, например, считает, что металл с таким признаком присущ определенному горно-металлургическому району<sup>13</sup>. По мнению М. Радвана, появление нитридов железа в металле — явление случайное<sup>14</sup>. На наш взгляд, имелось два пути появления в изделиях нитридов железа. Первый вызван физико-химическим процессом, применяемым для улучшения рабочих качеств определенных поковок (напильники, ножи и пр.), в присутствии азотистых веществ<sup>15</sup>. Второй связан непосредственно с металлургическим процессом. Принадлежности пояса не могли подвергаться специальной термической обработке, следовательно, наличие нитридов указывает на появление их в металле в ходе сыродутного процесса. Изделия с подобными признаками нехарактерны для алтайского кузнечного производства, что свидетельствует, скорее всего, об их импортном происхождении. К сожалению, слабая изученность сопредельных территорий не позволяет в настоящее время определить — откуда именно.

Необходимой принадлежностью каждого мужчины в быту и военном походе являлось кресало. Изображения кресала встречаются на каменных изваяниях<sup>16</sup>. Однако в погребальных комплексах они представлены не часто. Изученный нами экземпляр имеет трапециевидную форму.

<sup>13</sup> Виленин К. Starozitne gornistwo..., S. 95.

<sup>14</sup> Вознесенская Г. А. Техника обработки железа..., с. 9.

<sup>15</sup> Pleiner R. Stare evropske kowarstwo..., S. 53.

<sup>16</sup> Евтюхова Л. А. Камениые изваяния Южной Сибири..., с. 81.



С целью прикрепления к ремню верхняя часть предмета снабжена небольшой пряжкой (рис. 37, 208). Для изготовления кресала использована высокоуглеродистая сталь. Содержание углерода в ней достигает 0,7%. Повышенное содержание углерода, как известно, придавало металлу большую твердость, что обеспечивало хорошие качества кресала для высекания огня.

Микроструктурному исследованию подвергнуто два предмета неизвестного назначения. Один из них откован в форме крюка с заостренным концом (возможно, шило). Второй — эсвидной формы (рис. 31, 190; 37, 179). Как показало изучение, откованы они из железа и низкоуглеродистой стали. Общим для обоих изделий является низкое качество металла.

Среди предметов домашней утвари особенно интересен чугунный сосуд, найденный в Усть-Улаганском районе. Сосуд — полусферической формы. По самому краю венчика расположен валик, на котором отлиты ушки (рис. 37, 121; 46, 1—3). Высота сосуда 28 см, верхний диаметр 50 см, толщина стенок около 3 мм. Микроструктурное изучение нетравленного шлифа показало, что металл имеет мало неметаллических включений, что свидетельствует о его высоком качестве. Низкое содержание в чугуне такой вредной примеси, как сера, говорит об использовании в металлургическом процессе не минерального топлива, богатого серой, и широко употреблявшегося, например, в средневековой Монголии<sup>17</sup>, а древесного угля. Микроскопическое исследование травленного образца выявило структуру половинчатого чугуна, что объясняется длительной эксплуатацией сосуда при высокой температуре и происшедшей вследствие этого частичной графитизации (появлением зон серого чугуна) металла. Аналогичную структуру, отличающую их от прочих отливок, имеют чукурченские чугунные котлы<sup>18</sup>.

Таким образом, общим для всех поковок VI—VIII вв. является низкое качество металла, большая загрязнен-

ность его шлаковыми примесями. Лишь 14% кузнечных изделий имеют малое содержание неметаллических включений.

В качестве исходного сырья преимущественно использовалось кричное железо: из него сделано 45% поковок. Широкое распространение имели поковки из сырьевой и низкоуглеродистой стали (19 и 11% соответственно). Значительно реже применялась средне- и высокоуглеродистая сталь. Ее структура засвидетельствована в 22% изделий.

Строгой целенаправленности применения того или иного исходного сырья для определенного рода продукции не существовало. Так, при производстве оружия и орудий труда использовалась низко-, средне- и высокоуглеродистая сталь. К этой же категории предметов относятся два изделия из мягкого железа. Для изготовления принадлежностей конской сбруи, т. е. предметов, не требующих большой твердости металла, употреблялось кричное железо и мягкая сырьевая сталь. Но вместе с тем здесь же встречаются поковки из высокоуглеродистой стали.

Технологические операции, применяемые кузнецами в VI—VIII вв., не отличались большим разнообразием. Почти все они ограничивались обычными приемами свободнойковки. Конструктивные схемы, улучшающие рабочие качества изделий, такие, как сварка железа со сталью, закалка, поверхностная цементация, практически не имели распространения. Среди перечисленных операций лишь однажды отмечена поверхностная цементация и закалка.

#### б. Технология кузнечного ремесла в VIII—X вв.

С середины VIII в. начался новый этап в истории алтайских племен. Связано это было прежде всего с политическими событиями в Центральной Азии. После разгрома тюркского каганата в 745 г. Алтай попал в сферу влияния уйгуров, а с 840 г. — кыргызов. Как отмечают исследователи, определяющую роль в культуре алтайского населения сыграли енисейские кыргызы<sup>20</sup>.

<sup>17</sup> Сосуд обнаружен В. Д. Кубаревым в древнетюркской оградке. Ввиду отсутствия точной даты он отнесен к данному периоду условно.

<sup>18</sup> Дэвлет М., А., Богданова-Березовская И. В., Терехова Н. Н. Чугунный сосуд из Тувы. — КСИА. М., 1976, вып. 14, с. 123; Терехова Н. Н. Технология чугунолитейного производства, с. 74—75.

<sup>19</sup> Леньков В. Д. К характеристике чугунных изделий..., с. 190.

<sup>20</sup> Киселев С. В. Древняя история..., с. 558; Савинков Д. Г. О границах государства..., с. 92.



Известные в настоящее время памятники VIII—X вв. связываются со сrostкинской культурой, территорией распространения которой являлся не только Горный Алтай, но и приалтайские степи<sup>21</sup>. Памятники юго-восточного Алтая, по мнению Д. Г. Савинова, относятся к осетинской, курайской, культуре<sup>22</sup>. Племена сrostкинской и курайской культур занимались экстенсивным скотоводством, дополнявшимся, в зависимости от географических условий, в той или иной мере мелким земледелием и охотой. В этот период, так же как и в предшествующее время, существенное значение в хозяйственной жизни продолжали играть домашние промыслы и ремесла, среди них — кузнечное ремесло. Источниками анализа технологии последнего послужили 139 изделий VIII—X вв.: 63 экземпляра орудий труда и оружия, 70 деталей конской сбруи, 6 предметов домашней утвари и костюма.

### Орудия труда

Напильники. Наиболее универсальными инструментами при работе с цветными и черными металлами являлись напильники. Они применялись для опиловки, шлифовки и заточки изделий и были необходимой принадлежностью кузнецов и ювелиров. Напильники имели при себе и кочевники-скотоводы, использовавшие их для заточки стрел, ножей и режущих частей оружия. Доказательством принадлежности напильников обычным кочевникам-скотоводам служит погребальный инвентарь памятников Алтая, а также письменные источники периода средневековья<sup>23</sup>.

Металлографически исследовано три напильника. Все они имеют вид бруска с черенком для рукояти на одном конце. Длина полотен напильников колеблется от 7 до 14 см. Поперечные сечения полотен имеют вид прямоугольника. О характере насечки можно судить только по одному напильнику, так как поверхностный слой двух других сильно коррозирован. Насечка произведена перекрестно косым направлением. Шаг зубьев равнялся 0,8—1 мм.

<sup>21</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудыргэ..., с. 66—67.

<sup>22</sup> Савинов Д. Г. О границах государства..., с. 92.

<sup>23</sup> Карпини П. Л. Истории монголов. — В кн.: Путешествия в восточные страны П. Л. Карпини и Рубрика. М., 1957, с. 29.

Исследователи отмечают, что напильники с перекрестной насечкой имели определенные преимущества по сравнению с однорядной. При работе подобным инструментом шлифовка проходила мягче, поверхность получалась ровнее<sup>24</sup>. Микроструктурное исследование изделий показало, что откованы они по разной технологии. Один из них изготовлен из высокоуглеродистой стали (рис. 31, 157). Содержание углерода в металле достигает 0,6—0,7%. Второй напильник откован из неравномерно науглероженной стали (рис. 31, 156; 40, 2). Для улучшения рабочих качеств изделие закалено. Третье изделие (рис. 31, 53; 40, 3) имеет также цельносталную конструкцию и закалено (структура мартенсита) в холодной воде.

Технология производства напильников реконструируется следующим образом. После предварительной проковки стальной заготовки из нее, посредством свободной ковки, формировали полотно и рукоять напильника. Затем зубилом производилась насечка зубьев. Заключительной операцией в двух случаях являлась термическая обработка.

Инструмент ювелира. К числу ремесленных инструментов, кроме вышеописанных, принадлежат миниатюрный двухбушковый молоточек, найденный вместе с серебряной пластинкой, и обломок круглого в сечении стержня с острым концом чекана. Орудия принадлежали мастеру-ювелиру. Как свидетельствуют данные металлографических исследований, инструмент изготовлен из плохо прокованного кричного железа (рис. 32, 292, 302).

Ножи. Как уже отмечалось, ножи относились к универсальным орудиям. Металлографически исследовано 14 экземпляров. Лезвия их в поперечном сечении клиновидной формы, длина колеблется от 9,5 до 16,5 см.

Результаты исследований свидетельствуют, что алтайские кузнецы при производстве ножей применяли три технологических приема: 1) ковку изделий целиком из стали; 2) сварку клинков из 2 полюс; 3) поверхностную цементацию. Изделия, откованные полностью из стали, численно преобладают над остальными. Из 10 ножей с цельносталной конструкцией 6 находятся в отожженном состоянии (рис. 31, 58, 71, 183, 295, 297, 306), 4 — под-

<sup>24</sup> Колчин Б. А. Черная металлургия..., с. 69; Ленков В. Д. Металлургия и металлообработка..., с. 111.



вергнуты термической обработке (рис. 31, 213, 214, 296, 301; 47, 1, 3, 4; 57, 3, 4). Причем применялась как местная закалка лезвия (2 экз.), так и закалка всего изделия. Изготовление цельностальных ножей не представляло особой трудности и сводилось к методам свободной кузнечнойковки. Дополнительной операцией в отдельных случаях являлась термическая обработка изделий в холодной воде.

Другим технологическим приемом, судя по всему, не часто применявшимся, являлась сварка лезвия из двух полос — железа или малоуглеродистой стали, свойства которой близки мягкому железу, и среднеуглеродистой стали (рис. 31, 30, 304; 47, 2). Анализ показал, что сварка выполнялась очень качественно.

И, наконец, последний технологический прием, зафиксированный при изучении ножей, — поверхностная цементация железной основы ножа (рис. 31, 204, 299; 57, 2), также не получившая большого распространения. Ножи с улучшенной конструктивной схемой обладали хорошими рабочими качествами: лезвие хорошо держало остроту, вместе с тем клинок был достаточно пластичен. Отличительной чертой изготовления ножей являлось применение для их производства, как правило, чистого, свободного от шлаковых примесей, металла.

Тесла. Микроструктурному исследованию подвергнуто 12 тесел, из них 2 происходят из сборов, материал памятников которых датируется в основном концом I тыс. н. э. По своему назначению тесла были многофункциональными орудиями. Более массивные, в зависимости от формы насаживаемости рукояти, употреблялись как топоры или мотыги. Легкие использовались в качестве стамесок или тесел. Все изделия имеют несомкнутую втулку. Размеры их варьируют от 7 до 14,5 см. Микроструктурное изучение показало, что кузнецы при производстве тесел применяли три технологические схемы. Предпочтение при этом отдавалось производству изделий с цельно-стальной конструкцией (рис. 39, 60—62, 73, 98, 231, 268—270, 275; 48, 1, 2). По такой технологии отковано 10 из 12 исследованных тесел. При этом, как правило, употреблялась низко- или среднеуглеродистая сталь с неравномерным распределением углерода в металле. Одно орудие имеет цельножелезную конструкцию (рис. 39, 70). Третий технологический прием, употребляемый кузнецами при

изготовлении тесел, — сварка низко- и высокоуглеродистой стали (рис. 39, 59). Среди операций, улучшающих свойства изделий, однажды зафиксирована термообработка (при производстве основной массы поковок кузнецы ограничивались обычными методами свободнойковки). По более сложной технологии (цементация, сварка, закалка), применение которой требовало большего профессионализма кузнецов, сделано незначительное количество орудий.

Долото. Среди исследованных предметов находится массивное долото — инструмент для обработки дерева. Изготовлено оно из мягкого железа. Для улучшения рабочих качеств готовое изделие подвергалось односторонней поверхности цементации и закалке (рис. 31, 298; 49, 3, 4).

Шилья. Металлографически изучено 3 шилья. Особенно интересно одно из них, имеющее петлю и круглое кольцо на конце. Грани шилья орнаментированы насечками в виде треугольников (рис. 31, 300). Технологические исследования показали, что все шилья откованы из стали (рис. 31, 155, 293, 300).

Орудия земледелия. Археологические и ботанические источники свидетельствуют, что на Алтае в середине I тыс. н. э. определенное развитие получило пашенное и поливное земледелие<sup>25</sup>. Оно продолжало существовать и в последующий период. Археологические находки свидетельствуют, что в земледелии использовались два вида пахотных орудий. Наиболее примитивный из них — андазын, деревянный плуг, сохранившийся у алтайцев до XIX в.<sup>26</sup> Во время работы этим орудием пласт земли не переворачивался, а только рыхлился. Другой, более сложный, — плуг с отвалом. На Алтае находка чугунных лемеха и отвала еднична, но в памятниках VII—XII вв. соседней Монголии, Минусинской котловины их обнаружено значительное количество<sup>27</sup>. Известны они и на территории Тувы<sup>28</sup>.

<sup>25</sup> Киселев С. В. Древняя история..., с. 334.

<sup>26</sup> Народы Сибири..., с. 334; Киселев С. В. Древняя история..., с. 512.

<sup>27</sup> Наваян Д. Клад железных предметов из Хара-Хорина. — В кн.: Монгольский археологический сборник. М., 1962. с. 63, 64; Киселев С. В. Древняя история..., с. 510.

<sup>28</sup> Кызласов Л. Р. Древняя Тува..., с. 155.



Для структурного изучения был взят один образец наконечника андазына. От длительного употребления край его довольно сильно износился (рис. 39, 209). Рабочая лопасть первоначально имела подтреугольную форму. Ширина лопасти значительно превышала ширину втулки. Длина наконечника 13 см, но, судя по хорошо сохранившемуся аналогичному орудию из Катанды, первоначальная его длина могла достигать 20—23 см. Ширина рабочей части около 15 см. Технологическое изучение наконечника андазына показало, что при его изготовлении кузнец применил сырьевую сталь с содержанием углерода от 0,1 до 0,4%. Металл изделия почти полностью освобожден от шлаков (рис. 48, 4).

Кроме того, были изучены отлитые из чугуна лемех и отвал танского типа (рис. 39, 122, 123). Отвал чичевичеобразной формы. На внешней поверхности имеет 4 симметрично расположенные дужки для крепления. Размеры отвала: наибольшая длина—37 см, ширина—26 см. Образец металла имеет ярко выраженный кристаллический излом. Металлографические анализы показали, что отвал отлит из низкоуглеродистого белого чугуна. Углерод в металле находится в связанном состоянии. Цементит представлен в виде разорванной сетки (рис. 50, 3), обрамляющей перлитную структуру. Очень много включений сульфидов, что свидетельствует о высоком содержании серы, являющейся одним из важных показателей выплавки чугуна на каменном угле. Отливки из белого чугуна отличаются высокой твердостью и хрупкостью. В наше время белый чугун применяется при отливке изделий, работающих на износ и истирание<sup>29</sup>. Подобное воздействие испытывали и металлические части пахотных орудий.

Судя по литейным швам, располагающимся по периметру, литье производилось в двухсторонней форме. Столона, противоположная острию отвала, имеет следы четко выраженного летника.

Исследованный лемех — подтреугольной формы. На лопастях и втулке имеется 3 отверстия для крепления (табл. 40, 123). Длина лемеха—24 см, ширина—18 см. Микроструктурное исследование свидетельствует, что отлит он из такого же белого чугуна, что и отвал (рис. 50,

1, 2). Наличие четких литейных швов говорит об отливке его в двухстворчатой форме.

### Оружие

Из предметов вооружения изучено 5 мечей, сабля, 2 наконечника копий, 15 наконечников стрел, кистень и топор.

Мечи. Исследовано 5 изделий. Все подвергнутые анализам мечи — однолезвийные. Длина наиболее хорошо сохранившихся мечей—60—90 см. Ширина клинка от 2 до 4 см. 3 меча имеют прямой черешок рукояти. У 2 мечей, вследствие их фрагментарности, рукояти отсутствуют. Лезвия мечей имеют клиновидные сечения, рубящая часть их сильно коррозирована.

Как показали технологические исследования, 3 меча откованы из мягкого железа. Судя по наличию большого количества шлаковых включений, используемый металл не подвергался предварительной обработке. Каких-либо технологических операций, улучшающих рабочие качества изделий, не обнаружено (рис. 32, 76, 226, 276). Один меч после изготовления клинка был подвергнут односторонней поверхностной цементации. Концентрация углерода в цементированной зоне достигает 0,7% (рис. 32, 278). В результате науглероживания образовавшийся стальной слой в сочетании с мягкой железной основой значительно улучшил рабочие характеристики оружия. На одной поковке, имеющей мягкую железную основу, отмечена операция закалки изделия (рис. 32, 69; 51, 1, 2).

Сабля. В ближнем бою кочевников, кроме однолезвийных мечей, широкое применение находила сабля. Это рубяще-режущее оружие давало особенно большое преимущество в конном поединке.

Микроструктурному исследованию был подвергнут один экземпляр. Клинок сабли, имеющий пластинчатое перекрестие, слабо изогнут. Рукоять оттянута в сторону спинки. Длина сабли около 78 см. Ширина клиновидного лезвия 2 см. Микроскопическое изучение показало, что сабля откована из низкоуглеродистой стали с использованием операции односторонней поверхностной цементации (рис. 32, 322), в результате которой на лезвии образовался слой твердой стали.

Наконечники копий. В могильных комплек-

<sup>29</sup> Бочвар А. А. Металловедение. М., 1956, с. 342.



сах этот вид оружия представлен слабо. Для анализа были взяты два наконечника копья. Оба они близки по величине и пропорциям, в сечении пера представляют ромб. Однако по форме пера наконечники различаются: один из них — листовидный (рис. 32, 279), другой имеет ярко выраженные плечики при переходе от втулки к перу и вытянутое узкое перо (рис. 32, 80).

Микроскопический анализ наконечников копий выявил следующую технологическую схему их изготовления. В качестве исходного сырья использовалась сырьевая сталь и кричное железо. Один из концов заготовки, предназначенной для поковки, посредством пластической обработки вытягивался и из него формировалось перо копья. Из другого, раскованного веером, конца сворачивалась втулка. Вся трудность описанного процесса состояла в многократном нагреве и проковке металла. Заключительной операцией являлась односторонняя поверхностная цементация режущих частей (рис. 52, 1—3). Содержание углерода в стальном слое достигает 0,7—0,8%. В обоих случаях для металла оружия данного вида характерно наличие многочисленных шлаковых примесей. Последнее объясняется плохой предварительной обработкой заготовки.

Наконечники стрел. Лук со стрелами был наиболее распространенным боевым и охотничьим оружием кочевников. Об этом свидетельствуют не только частные находки их в погребальных комплексах, но и многочисленные изображения на камне и кости. Микроструктурным анализом изучено 15 наконечников стрел, из них 4 — трехгранные, 5 — трехлопастные, 2 — ромбические, 3 — плоские в сечении и одна заготовка для стрелы.

Результаты анализов показали, что среди трехгранных наконечников стрел 2 откованы из кричного железа (структура феррита) с большим количеством шлаковых примесей (рис. 32, 1, 226; 52, 4) и 2 из сырьевой стали (рис. 32, 27, 221). Содержание углерода в последней колеблется от 0,1 до 0,3%. При изготовлении трехлопастных наконечников употреблялась, как правило, низко- и высокоуглеродистая сталь (рис. 32, 160, 161, 205, 222). Среди них лишь один раз встречена поковка из железа (рис. 32, 162). Ромбические наконечники сделаны из железа и низкоуглеродистой стали (рис. 32, 104, 223). Плоские наконечники стрел все откованы из низкоуглеродистой

стали (рис. 32, 163, 290, 303). Причем, два изделия подвергнуты двухсторонней и односторонней поверхностной цементации. Один из них, кроме того, закален на троостит (рис. 32, 303). Заготовка наконечника стрелы имеет структуру феррита с большим количеством шлаковых примесей (рис. 32, 3).

Кистень. Кистень является оружием ближнего боя. Среди сибирских металлов находки этого вида оружия довольно редки. Древнейшие и многочисленные находки происходят из юго-восточной Европы и датируются IV—IX вв.<sup>30</sup> Изученный экземпляр откован целиком из черного металла. Кистень найден на пункте Ближние Елбаны VIII. Он имеет грушевидную форму (диаметр 4 см). В верхней части пробито отверстие для крепления ремня.

Микроструктурным исследованием определена технология изготовления кистеня. Сначала заготовка металла вытягивалась в полосу и скручивалась, затем неоднократно проковывалась в горячем состоянии. Этот процесс прекращался, когда была сформирована вся масса металла, необходимая для производства данного изделия. Последующей свободной кузнечной ковкой заготовке придавалась форма готового изделия. Последней операцией была пробивка отверстия. Для изготовления кистеня взята сырьевая сталь, содержащая 0,1—0,3% углерода (рис. 32, 81). Сварочные швы, возникшие при формировании заготовки, низкого качества, сильно забиты шлаком. Впрочем, хорошей сварки, так же как и металла, здесь не требовалось, так как главной характеристикой данного вида оружия являлась масса, достаточная для нанесения поражающего удара.

Топор. Изучение материалов памятников Алтая позволяет сделать вывод, что топор не имел широкого распространения в воинском снаряжении поздних кочевников. В настоящее время известно всего несколько экземпляров этого вида оружия. Металлографически изучен только один топор. Размеры его: длина — около 13 см, ширина лезвия — 5,5 см, диаметр обушного отверстия — 1,5 см. По классификации А. Н. Кирпичникова, изделие относится к специальным боевым топорикам-молоткам<sup>31</sup>. Топор

<sup>30</sup> Кирпичников А. Н. Древнерусское оружие. М., 1966, вып. 2, с. 59.

<sup>31</sup> Там же, с. 29, 33.



имеет узкое, вытянутое, трехугольной формы лезвие. Тыльная его часть снабжена молоточком, прямоугольным поперечном сечении. Молоточковидный обух, помимо боевого назначения, увеличивал массу оружия, способствуя тем самым силе удара.

Микроструктурное изучение показало довольно сложную технологию изготовления топора. Наиболее трудно являлась операция свободнойковки металла по приданию изделию необходимой формы. В качестве сырья не пользовались сырцовая сталь. После окончательной отделки была проведена операция двухсторонней поверхностной цементации лезвия (рис. 31, 158; 48, 3).

### *Принадлежности конской сбруи*

Из принадлежностей сбруи изучено 23 стремя, 9 удила, 9 пряжек, 3 кольца, 2 соединительных тройника, 3 металлические обкладки седел и 4 крепления для торцов.

Стремья. В VIII—X вв. во всадническом снаряжении продолжают бытовать те же типы стремян, что и в предшествующий период: восьмерковидные стремяна и стремяна с пластинчатым ушком.

Микроструктурному анализу подвергнуто 17 экземпляров I типа (восьмерковидные). Размеры их: длина — 12—16 см, ширина — 11—13 см, ширина подножки — 3,5—7,5 см, ширина прорези для путалища — 2—3,5 см. Как показало технологическое изучение, большая часть их (12 экз.) изготовлена из стали. Содержание углерода в стали, используемой для этих поковок, различное: от 0,8 до 0,8% (рис. 33, 8, 15, 16, 23, 117, 134—137, 215, 228, 321, 53, 54, 58). Пять изделий отковано из кричного железа (рис. 33, 2, 12, 201, 227, 320; 42, 1). Характерной чертой металла, идущего на изготовление стремян, являлось не высокое качество его предварительной обработки.

Стремян II типа (с пластинчатым ушком) исследовано 6 экземпляров. Их размеры: длина — 17—19 см, ширина — 11,5—13 см, ширина подножки — 5,5—7,5 см, ширина прорези для путалища — 2,5—3 см. Сравнение данных параметров со стремянами предшествующего периода свидетельствует, что с течением времени произошло изменение в сторону роста величин тех частей стремян, которые

несли на себе основную упорную нагрузку. Так, увеличилась прорези для путалища с 1,6—2,5 см до 2,5—3 см (у стремян I типа до 3,5 см). Ширина стремянной подножки в VI—VIII вв. варьировала от 2,5 до 6 см, иногда 10 см, в VIII—X же вв. стремяна с узкой подножкой уже не встречаются. Все вышесказанное характерно также и для восьмерковидных стремян. Отмеченная закономерность, по-видимому, была присуща и другим территориям. В частности, она зафиксирована в материалах Древней Руси IX—XIII вв.<sup>32</sup>

Технологические исследования стремян II типа показали, что все они откованы из кричного железа, без особой предварительной обработки заготовок (рис. 34, 24, 115, 116, 119; 35, 132, 133). Приемы изготовления стремян ограничивались методами свободнойковки с применением штампов и обжимок. Особый интерес представляет стремя из Яконура, у которого пластинчатое ушко было отковано отдельно, а затем с помощью штыря-заклепки закреплено в отверстии дужки (рис. 34, 24).

Удила. В VIII—X вв. прекратили свое существование две формы удила предшествующего этапа — с кольчатыми псалиями (курайский тип по А. А. Гавриловой) и однокольчатые удила с широким внешним кольцом для костяного псалия (катандинский тип). Вместе с тем в изучаемый период продолжают существовать удила II типа (кыргызский); III типа (однокольчатые со щитком на псалии); IV типа (однокольчатые со скобой на псалии) и получают большое распространение зародившиеся в конце предшествующего этапа удила V типа, имеющие восьмерковидные окончания грызла (раннесросткинский по А. А. Гавриловой). Технологическому исследованию подверглись 5 удила кыргызского, 1 — третьего, 2 — четвертого и 12 — раннесросткинского типов. К этому надо добавить еще 5 удила с утраченными псалиями. Из удила кыргызского типа 4 откованы из кричного железа и одни — из сырцовой стали (рис. 35, 4, 124, 125, 126, 129). В большинстве случаев металл для поковок был подвержен предварительной обработке с целью очищения его от шлаков.

Удила III и IV типов изготовлены из кричного железа или сырцовой стали (рис. 36, 110, 127, 130). Дляковки изделий использован металл невысокого качества.

<sup>32</sup> Кирпичников А. Н. Снаряжение всадника и верхового коня на Руси IX—XIII вв. — Л., 1973, с. 46.



Раннесросткинские удила, за исключением одних (структура феррита), откованы из стали (рис. 35, 5, 11, 219; 36, 9, 187, 212, 216, 218, 220, 229, 230; 44, 3, 4; 55, 1—4). Для их производства кузнецами взята, в основном, низкоуглеродистая и сырцовая сталь. Микроструктурным исследованием зафиксирована интересная технология изготовления, присущая только удилам данного типа. Суть ее состоит в том, что заготовка железа, предназначенная для поковки, вытягивалась в длинную полосу, затем сгибалась пополам с таким расчетом, чтобы в месте сгиба образовалось кольцо. После этого производилась варка полос, а затем скручивание. В результате грызла удила приобретали винтообразный вид.

Близок к раннесросткинским удилам экземпляр, происходящий из Западного Алтая и имеющий также восьмерковидные окончания грызла, расположенные в одной плоскости. Различие заключается в технологии изготовления восьмерковидных колец, которые сделаны не методом скручивания, а пробиты пробойником на раскованной пластине (рис. 36, 325). Причем технология изготовления последних отмечена только для территорий западных предгорий Алтая. Микроструктурное исследование показало использование для их производства низкоуглеродистой стали.

Удила с утраченными псалиями оказалось невозможно отнести к тому или иному типу. Два из них откованы из сырцовой стали, одни — из кричного железа, и два — из высокоуглеродистой стали (рис. 35, 67, 68, 273, 318).

Пряжки, кольца, тройники. В памятниках конца I тыс. н. э. найдено значительное количество металлических частей конской сбруи: кольца, бляшки, всевозможные пряжки. Исходя из размеров, можно выделить подпружные и уздечные пряжки (первые несколько крупные).

Металлографическому анализу подвергнуто 5 подпружных пряжек. 4 из них откованы из стали и одна — из железа (рис. 37, 20, 143, 144, 148, 317). Перед изготовлением большей части изделий заготовка металла подвергалась небольшой предварительной обработке, в процессе которой металл частично очищался от шлаков.

Уздечных пряжек изучено 4 экземпляра. По данным технологического анализа для их производства кузнецы,

как правило, использовали кричное железо (рис. 37, 141, 147, 149). В одном случае изделие отковано из стали (рис. 37, 225).

Среди прочих металлических частей узды металлографически исследовано 3 кольца, изготовленных из кричного железа (рис. 37, 6, 64, 186), и 2 соединительных тройника лепестковидной формы из сырцовой стали (рис. 39, 153, 154; 45, 4).

Металлические обкладки седел и крепления для тороков. В могильных комплексах VIII—X вв. очень редки находки целых седел. Большей частью наличие седла определяется по находкам отдельных его частей: стремян, подпружных пряжек, металлических и костяных обкладок, креплений для тороков.

Для изучения использованы 3 металлических обкладки седла, снабженные сравнительно небольшими штифтами для крепления. Откованы обкладки из кричного железа и сырцовой стали (рис. 38, 93, 94, 152).

Период VIII—X вв. знаменуется новым усовершенствованием седел: появляются крепления для тороков. Все крепления имеют одинаковую конструкцию, состоящую из пробоя и кольца. Микроструктурное исследование 4 изделий показало, что 3 из них откованы из кричного железа и 1 — из сырцовой стали (табл. 38, 17—19, 224; 45, 3). Технология производства металлических частей седла довольно простая, ограничивавшаяся обычными методами горячейковки.

#### *Домашняя утварь и принадлежности костюма*

В VIII—X вв., как и в предшествующее время, на изучаемой территории домашняя утварь вообще, а изготовленная из черного металла — в особенности, не была многочисленной и разнообразной по форме.

Микроскопическому анализу подвергнуты фрагмент ковши или сковородки, обломок чугунного сосуда, кресало и крючок для колчана.

Ковш (сковорода). Технологическое изучение показало, что изделие отковано из низкокачественной высокоуглеродистой стали (рис. 37, 72). Не исключено, что металл мог науглеродиться в процессе длительного пребывания в очаге.



Сосуд. Отлит из доэвтектоидного белого чугуна (рис. 37, 175). Весь углерод в отливке находится в связанном состоянии (рис. 50, 3). Металл очень загрязнен сульфидами, что свидетельствует о плавке чугуна на камерном угле.

Кресало. По форме — сегментовидно, в средней части имеет пряжку для одвешивания. Отковано кресало из неравномерно науглероженной стали (рис. 37, 145, 56; 1—4) с последующей термообработкой. В результате металл представляет однородную структуру сорбитообразного перлита и карбидов железа.

Крючья для колчана. Представлены 3 изделиями. Все они откованы из стали (рис. 43, 1—3). Технологическое изучение показало два способа их изготовления. Первый ограничивался простыми методами кузнечнойковки, при помощи которой изделию придавали необходимую форму. Этот прием использован при изготовлении двух крючков (рис. 37, 184, 185). Третий сделан методом вытягивания заготовки в тонкую полосу с последующим сложением ее пополам и созданием в месте сгиба петли для крепления. Окончательной операцией была сварка концов полосы (рис. 37, 154).

Подводя итоги рассмотрения технологии кузнечного ремесла алтайских племен в VIII—X вв., можно отметить в определенной степени возросший уровень производства металлических изделий по сравнению с предыдущим периодом, хотя в целом он оставался довольно несophицированным.

Несколько улучшилось качество используемого сырья. Так, 23% изделий произведены из чистого металла. Основная же часть поковок имеет большое количество шлаковых включений. Получило большее распространение использование в качестве исходного сырья стали. Из стали целиком отковано 58% изделий: 20% — из сырьцовой, 14% — из низкоуглеродистой и 24% — высоко- и среднеуглеродистой стали. Наряду со сталью достаточно широко использовалось кричное железо: структура последних зафиксирована у 29% изделий.

Основным методом изготовления предметов из черного металла оставалась свободная горячаяковка. Причем в производстве стрел и наконечников стрел до сих пор применялись штампы и обжимки. В то же время пр

мерно десятая часть изделий имела более сложную технологию: 8% — произведено с применением односторонней и двухсторонней поверхностной цементации, 2% — сварки железа со сталью или низкоуглеродистой стали с высокоуглеродистой и 8% — закалки. Усложненная технология была присуща, как правило, производству орудий труда и оружия.

Таким образом, в целом для железообрабатывающего производства алтайского населения VI—X вв. характерно использование в качестве сырья кричного железа и стали с постепенным изменением соотношения в пользу последней. Причем в структуре изделий зафиксирована как сырьцовая, с неравномерным распределением углерода, так и высокоуглеродистая сталь. Сырьцовая сталь являлась непосредственным продуктом сыродутного процесса при соответствующих физико-химических условиях, способствующих науглероживанию железа<sup>33</sup>, и, следовательно, естественным сырьем кузнечного ремесла. Наличие же высокоуглеродистой стали в условиях отсутствия сталеплавильного производства на Алтае в VI—X вв. свидетельствует о применении кузнецами различных способов предварительной обработки заготовок, в частности, длительного томления их в углеродсодержащей среде при температуре не ниже 90° С.

Особенностью периода являлось также все большее совершенствование приемов пластической обработки. Так, в результате применения метода длительной проковки заготовок количество изделий из чистого металла возросло на 9%, составив к концу X в. около четверти всей кузнечной продукции.

Значительно разнообразились в ходе исследуемого периода приемы изготовления предметов из металла. Основными технологическими операциями кузнечного ремесла были: 1) свободная кузнечнаяковка; 2) поверхностная цементация железа и стали; 3) сварка железа и стали; 4) термическая обработка (закалка) стали; 5) заточка и шлифование изделий точильными брусками.

Наибольшее распространение имела свободнаяковка, применяемая при производстве 90% изделий. Она подразделялась на ряд элементарных операций: вытяжку, изгиб, скручивание, рубку, штампование, обжатие, пробив-

<sup>33</sup> Колчин Б. А. Черная металлургия... с. 51.



ку отверстий<sup>34</sup>. Применение тех или иных операций зависело, как правило, от вида изготавливаемого изделия. Так, вытяжка и обрубка употреблялись при изготовлении практически каждой поковки, скручивание и штампование — реже: первое — при производстве винтообразных удил, второе — при ковке наконечников стрел и стрелы с пластинчатым ушком.

Трудность свободнойковки состояла в поддержании оптимального температурного режима обработки металла, зависящего от количества углерода в последнем. Так, если железо ковалось при температуре 900—1300° С, то эвтектоидная сталь — 775—1050° С. В случае несоблюдения температурного режима качество металла значительно ухудшалось. Исследование показывает, что алтайские кузнецы в совершенстве владели методами свободнойковки, выдерживая при этом необходимый температурный режим, контроль за которым в условиях средневековья мог осуществляться только по цвету каления. Необходимо было обладать огромным эмпирическим опытом, чтобы не только улавливать, но и выбирать необходимый для обработки цвет каления. Для наглядности целесообразно привести описание цветов металла, которыми руководствовались кузнецы в начале XIX в.: бледно-желтый (430—450° С), соломенно-желтый (460° С), буровато-металлический желтый (500° С), бурый, красный, пурпурный (580° С)<sup>35</sup> и т. д.

Следующей технологической операцией являлась поверхностная цементация, подразделявшаяся на одностороннюю и двухстороннюю. Результатом цементации было появление на поверхности изделия слоя стали, улучшающего его рабочие качества. Эта операция употреблялась только при производстве орудий труда и оружия. Большого распространения она достигла в VIII—X вв.

Для получения стального слоя изделие помещали в глиняный сосуд с углеродсодержащей средой (древесный уголь, роговые стружки, кожа). После нагрева его длительной выдержки, в результате физико-химических превращений, происходило поверхностное науглероживание металла. В случае необходимости часть изделия из-

<sup>34</sup> Там же, с. 169; Вознесенская Г. А. Техника обработки железа..., с. 24.

<sup>35</sup> Уилкинсон Г. О железе в отношении приготовления из чугуна стали и особенно булата. — Горный журнал, 1841, № 3, с. 384.

лировалась от контакта с углем (обмазывалась глиной) и, таким образом, оставалась мягкой. Технология цементации металла требовала определенного контроля за ходом науглероживания и состоянием металла. Индикаторами нормального или нежелательного хода процесса служили различные признаки, полученные кузнецами эмпирическим путем. Например, пузыристые пятна, наблюдаемые при визуальном осмотре, являлись признаками превращения железа в сталь. При этом, кроме внимательного наблюдения, требовался большой опыт мастера, так как образование пузырей не всегда свидетельствовало о получении хорошей стали<sup>36</sup>. Наиболее точные сведения о качестве металла давал его излом: сталь имеет кристаллический излом, а железо — мелкозернистый.

Довольно редкой технологической операцией была сварка изделия из двух полос — железа и стали, обеспечивающая, как и цементация, хорошие рабочие качества поковки в результате соединения в ней свойств железа и стали (твердости и пластичности). Сварка мягкой основы с твердой сталью отмечена на 3 экземплярах. Из всех кузнечных операций сварка являлась наиболее сложной. Особенно трудно было сварить железо и сталь. Помимо того, что сварка железа и стали происходила при разных температурах, необходимо было применение флюса для удаления окислы. Из эпоса алтайцев известно, например, что при сварке двух полос в качестве флюса употреблялся обычный речной песок. Наши этнографические наблюдения на южном Алтае показывают, что и в настоящее время при кузнечной сварке применяется кварцевый песок, который посыпается на помещенные в кузнечный горн и находящиеся в тесном соприкосновении металлические пластины в тот момент, когда металл начинает шипеть и искриться.

Термическая обработка металла (закалка), несмотря на то, что она значительно улучшала механические свойства стали, не получила широкого применения на Алтае. Из всей коллекции VI—X вв. зафиксировано 12 термически обработанных изделий (5%). Еще 4 изделия, сохранившие закалку, известны из материалов Хоанг Ван Кхоана<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> Моисеев Г. Устройство английских печей для дела стали. — Горный журнал, 1830, № 5, с. 282.

<sup>37</sup> Хоанг Ван Кхоан. Технология изготовления железных и стальных орудий труда Южной Сибири. — СА, 1974, № 4, рис. 4, ан. 258; б. ан. 68, 250, 255.



Конечной операцией при изготовлении изделий являлась холодная обработка металла — заточка и полировка. Особенно необходима она была при изготовлении ножей, мечей, топоров, наконечников копий и стрел. Заточка и полировка производилась брусками из песчаника, широко известными из погребальных комплексов раннего средневековья на Алтае.

Рассматривая технологию кузнечного производства в целом, следует сказать, что почти на всей изученной территории наблюдается ее однообразие, связанное как с производством небольшой номенклатуры изделий, так и с объемом технологических знаний, имевшихся на вооружении кузнецов. Исключением из этого является металлообработка восточной части предгорий Алтая, находившаяся, по всей вероятности, под большим влиянием кузнечных традиций высокоразвитой Хакаско-Минусинской котловины. Среди памятников, располагающихся в этом районе, можно назвать поселение у Гурьевского совхоза.

Изучение материалов VI—VIII вв. и VIII—X вв. позволило выяснить поступательное развитие кузнечной техники, хотя и проходило оно довольно медленными темпами. Это выражается в овладении в VIII—X вв. новыми прогрессивными методами горячей обработки металла — односторонней и двухсторонней поверхностной цементацией, сваркой железа и стали, термической обработкой стали.

Массовое металлографическое исследование изделий из черного металла показало очень незначительное количество поделок из чугуна, свидетельствующее о редкости распространения этого вида изделий. Данные же железоделательного производства говорят о том, что население Алтая не выплавляло чугун, а получало уже готовую продукцию с другой территории.

В заключение остановимся на достижениях кузнечной техники соседних территорий во второй половине I — начале II тыс. н. э. Сравнение имеющихся в настоящее время материалов по кузнечному ремеслу Южной и Западной Сибири, Древней Руси и Дальнего Востока позволяет соотнести уровень кузнечной техники алтайских племен с достижениями других культур.

Микроструктурные исследования кузнечной продукции Минусинской котловины и Тувы показывают высокие

качество металла<sup>38</sup> и большую номенклатуру изделий. Существенных различий в наборе технологических схем, применяемых мастерами в кузнечном производстве на территории Минусинской котловины и Алтая, не наблюдается, за исключением термообработки, овладение которой является одним из важнейших этапов в развитии кузнечного ремесла. Кузнецы Минусинской котловины и Тувы часто употребляли два вида термообработки — мягкую и твердую закалку<sup>39</sup>. Подбор металла для поковки в зависимости от функционального назначения изделия был здесь более дифференцированным, чем на Алтае. Так, при изготовлении орудий труда и оружия, как считает Хоанг Ван Кхоан, железо вообще не применялось<sup>40</sup>, и, наоборот, изделия с цельностальной конструкцией были широко распространены.

Среди памятников Западной Сибири, исследованных металлографически, известен Тимирязевский могильник, расположенный в Томском Приобье и датирующийся концом I тыс. н. э. Подавляющая масса находок погребальных комплексов изготовлена из низкоуглеродистой стали и железа. И, наоборот, довольно редко (2 экз. из 39) встречаются изделия из высокоуглеродистой стали. Металл, употребляемый в кузнечном производстве, как правило, подвергался предварительной обработке с целью очищения его от шлаковых примесей, поэтому поковки из загрязненного металла немного. Из технологических операций, улучшающих качество кузнечных изделий, трижды зафиксирована односторонняя цементация. Кузнечной сварки и термической обработки в материалах могильника не обнаружено. И, наконец, последнее, что хотелось бы отметить, это довольно высокий процент (15%) находок, в структуре которых имеются нитриды железа.

Совершенно иные результаты дали технологические исследования вещей Елыкаевского клада, найденного в Среднем Приобье, вблизи Кемерово<sup>41</sup>. Коллекция датируется VIII—IX вв.<sup>42</sup> Изделия Елыкаевской коллек-

<sup>38</sup> Там же, с. 122.

<sup>39</sup> Там же, с. 123.

<sup>40</sup> Там же.

<sup>41</sup> Зиняков Н. М. Технология производства железных предметов, с. 106—114.

<sup>42</sup> Могильников В. А. Елыкаевская коллекция Томского университета. — СА, 1968, № 1, с. 263—268.



ции показывают более высокий уровень кузнечного производства, нежели на Алтае. Такое заключение вытекает прежде всего из того, что здесь имели широкое применение прогрессивные конструктивные схемы — сварка железа и стали, термическая обработка стальных изделий. При изготовлении тех категорий поделок, к которым предъявлялись высокие требования в эксплуатации (мечи, кинжалы, ножи), местные кузнецы, как правило, применяли высококачественный металл. Характерным для данного памятника является целенаправленное использование железа и различных сортов стали.

Технология кузнечного ремесла на Дальнем Востоке известна по материалам Шайгинского городища, датированных XII в.<sup>43</sup> Как показывают исследования В. Д. Ленькова, чжурчженские ремесленники были оснащены большим набором кузнечного инструмента<sup>44</sup>, что выгодно отличает их от кузнецов Алтая, так как археологические и этнографические источники свидетельствуют о небольшом наборе кузнечного инструмента у кочевников Южной Сибири вообще и на Алтае в частности. Техника обработки черного металла у чжурчженцев достигла высокой степени развития. Ремесленники освоили производство и литье чугуна, кузнечную ковку и сварку пайку, термическую обработку стали<sup>45</sup>.

Интересные результаты дали металлографические исследования материалов именьковской культуры (IV—VII вв.), памятники которой оставило оседлое земледельческо-скотоводческое население Нижнего Прикамья. Технологическое изучение кузнечной продукции показало, что в качестве сырья здесь использовались железо и сталь с различным содержанием углерода. Механическая обработка металла достигла достаточно высокого уровня. Это хорошо документируется мелким и равномерным зерном, отсутствием следов перегрева и наклепа. Особых успехов достигли кузнецы в области термообработки стали. Исследователями зафиксировано несколько видов закалки: твердая, закалка с отпуском и мягкая. Среди других технологических приемов, улучшающих механические

свойства изделий, изредка применялась сварка железа со сталью.

Представляется небезынтересным привести основные характеристики металлообработки в Древней Руси, так как древнерусское ремесло является своеобразным этапом возможностей развития кузнечного ремесла в эпоху раннего средневековья. По мнению Б. А. Колчина, древнерусский материал подразделяется на качественный и некачественный. К качественному инвентарю относились

Таблица 5

Распространение технологических схем кузнечных изделий в археологических памятниках раннего средневековья

Памятники	Технологический прием							
Древняя Русь								
Чжурчжени								
Именьковские								
Хакасия и Тува								
Елыкаевский клад								
Алтай								
Тимирязевский могильник								



— чистое железо;



— низкоуглеродистая сталь;



— двухслойная сварка;



— высокоуглеродистая сталь;



— поверхностная цементация;



— многослойная сварка;



— дамск;



— паяние медью;



— встречается редко;



— встречается часто;



— не встречается.



— термически обработанная сталь;

<sup>43</sup> Леньков В. Д. Металлургия и металлообработка..., с. 103—138.

<sup>44</sup> Там же, с. 113.

<sup>45</sup> Там же, с. 162.

<sup>46</sup> Старостин П. Н., Хомутова Л. С. Железообработка племен именьковской культуры. — СА, 1981, № 3, с. 208—217.



мечи, сабли, копья, кинжалы, серпы, ножи, топоры и т. д. К некачественному — гвозди, скобы, цепи, молотки, клещи и т. п. При ковке качественных изделий основной технологией изготовления была сварка стального лезвия с железной основой. Подобная технология зафиксирована у 57% поковок<sup>47</sup>. Вершиной кузнечной техники явилось овладение сложноузорчатой сваркой — дамаском. На втором месте по применению находилось изготовление цельно-стальных изделий с концентрацией углерода 0,5—0,9%<sup>48</sup>. Операция поверхностной цементации не получила широкого распространения<sup>49</sup>. Особых успехов кузнецы добились в овладении режимами термообработки. Исходя из технической необходимости, употребляли мягкую или твердую закалку и закалку с отпуском<sup>50</sup>. Важным достижением древнерусских ремесленников явилось горновое паяние медью и железа, и стали. Качественный или обычный инвентарь изготовлялся только из крнчного железа и ограничивался методами свободной кузнечнойковки<sup>51</sup>.

Из приведенного сопоставления техники кузнечного ремесла различных культур эпохи раннего средневековья выясняется, что по уровню кузнечной техники можно выделить 4 группы памятников, каждая из которых имеет много общих черт в металлообработке. Необходимо отметить, что для выделенных групп характерен примерно одинаковый уровень социально-экономического развития общества.

Наибольших успехов кузнечное ремесло достигло у оседлого населения с земледельческо-скотоводческим хозяйственным укладом (I—II группы), в особенности там, где шел процесс складывания городов. Развитию кузнечного ремесла у оседлого населения способствовало то обстоятельство, что добыча и обработка металла являлись важнейшей составной частью хозяйства, от степени развития которой зависел технический уровень всего производства в целом.

Иное значение кузнечное ремесло имело в кочевнической среде. Независимость кочевого хозяйства от технических достижений, отсутствие долговременных поселений

предопределило отставание темпов развития металлообработки по сравнению с оседлыми земледельцами.

Довольно низкий уровень технологии металлообработки производств имело таежное население, оставившее Тимирязевский могильник. Связано это, вероятно, с замедленным ростом производительных сил общества данного региона в конце I тыс. н. э.

### ГЛАВА III

## РЕМЕСЛО И РЕМЕСЛЕННИКИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ АЛТАЙСКИХ ПЛЕМЕН

Социально-экономическая история Алтая VI—X вв. была тесно связана с историей племен Центральной Азии. В VI—X вв. в Центральной Азии обитали племена кочевников, территория кочевий которых распространялась на Саяны, Алтай и районы, примыкающие к Саянским и Алтайским горам с севера. Главную роль среди них играли два крупных объединения тюркоязычных кочевых племен — теле и тугу, переживающих в это время процесс первых государственных формирований.

В 552 г. в результате разгрома господства жуужаней возникло первое крупное государство тюрков — Тюркский каганат, ядром которого явились тюркоязычные племена Алтая<sup>1</sup>. Под властью тюрков оказалась огромная территория от Западной Манчжурии до Ирана и Византии. Однако многолетние войны с Танской империей и междоусобные конфликты привели к гибели государства. В 744 г. оно прекратило свое существование. Существование Тюркского каганата имело положительное значение, способствуя консолидации тюркских племен и формированию ряда тюркоязычных народностей, в том числе на Алтае.

На смену Тюркскому каганату пришло государство уйгуров (745—840 гг.), включившее в свой состав территорию современной Монголии и Тувы. Племена Алтая стали данниками уйгурских ханов<sup>2</sup>.

<sup>47</sup> Колчин Б. А. Черная металлургия..., с. 184.

<sup>48</sup> Там же, с. 186.

<sup>49</sup> Там же, с. 184.

<sup>50</sup> Там же, с. 187.

<sup>51</sup> Там же, с. 70, 186.

<sup>1</sup> Потапов Л. П. Очерки по истории..., с. 82.

<sup>2</sup> История Сибири.— М.; Л., 1968, с. 284.



В 840 г. Уйгурский каганат был разгромлен древними хакасами, в ходе завоевательных походов которых образовалось огромное древнехакасское государство — Кыргызский каганат, включившее в свой состав Алтай и его северные степные предгорья. Однако в связи с консолидацией Кимакской федерации племен к концу IX в. древние хакасы, вероятно, быстро утратили политические господство на Алтае, уступив его кимако-кипчакам, владения которых в IX—X вв. доходили до Монгольского Алтая<sup>3</sup>.

Политическая организация Тюркского, Уйгурского, Кыргызского каганатов и Кимакского объединения, в состав которых в VI—X вв. входил Алтай, представляла собой фактически раннефеодальные государственные образования, во главе которых находились каганы с наследственной властью<sup>4</sup>.

Основой феодальных отношений кочевых народов являлась монополия на землю, используемую как пастбища. Верховным собственником и распорядителем всех земель являлся каган. По его указанию подвластное население облагалось повинностями. Члены правящего каганского рода обладали высшими военными и административными постами, выступая, как правило, в качестве удельных собственников и распорядителей отведенных им кочевий<sup>5</sup>. Помимо правящей аристократии существовала местная родовая знать. В тексте памятника Могилян Хану господствующая прослойка племен, входивших в древнетюркский каганат, именуется термином «бег»: «При восшествии на престол моего отца Хана славные турецкие беги (расположились?) в следующем порядке. Позади (на западе) Тарлуш беги с Кум Чуром во главе, в за ними Шадапыт беги; впереди (на востоке) Толес беги, с Ар Тарканом... Сколько славных бегов, принимая подданство моему отцу Хану... высокую хвалу воздали...»<sup>6</sup>. Местная знать, беги, обязана была поставлять дань кагану. В случае отказа от исполнения повинности подвластные племена подвергались карательным мерам. Интересные сведения об этом имеются в древнетюркских текстах. Так, Могилян Хане сообщается: «Когда мне было двадцать

(девять?) лет, был (некто) Ыдыкут Басмалов, мой огуц (вассал), мой (?) подданный. Против него я двинулся, так как он не посылал каравана (с данью)»<sup>7</sup>.

Прямая власть представителей родоплеменной верхушки, основывавшаяся на военной субординации, племенных традициях и обычном праве, позволяла им присваивать прибавочный продукт рядовых кочевников в виде широко известных различных приношений, передачи обедневшим соплеменникам на выпас скота, найма пастухов и т. д. Эксплуатация рядовых кочевников была главным источником имущественной дифференциации населения. Сильная имущественная и социальная дифференциация обусловили начало процессов классовобразования, основой которых явилась частная собственность на средства производства, прежде всего, скот.

● существовании частной собственности на скот в древнетюркском обществе свидетельствуют китайские хроники: «На домашнем скоте вообще кладут метки (тавро, тамга); и хотя в поле, пританет к чужому, никто не возьмет его». Любая кража скота каралась по уголовным законам десятикратным штрафом или даже смертью<sup>8</sup>. Закрепление частной собственности на скот означало разложение первобытно-общинных отношений, так как делало возможным использование прибавочного продукта против производителя, для его эксплуатации и угнетения<sup>9</sup>.

Общественная дифференциация алтайского населения подтверждается археологическими материалами. Так, представители родовой знати погребались в больших курганах с многочисленным и роскошным инвентарем, зачастую в сопровождении зависимых людей или рабов.

Основными производителями материальных благ являлись рядовые кочевники, ведущие собственное хозяйство на правах частной собственности. Этот многочисленный слой населения хорошо характеризуется археологическими памятниками Алтая. Погребения рядовых кочевников представляют собой небольшие каменные курганы с четырехугольной грунтовой могилой и небогатым инвентарем. Наличие у погребенных оружия свидетельствует

<sup>3</sup> Степи Евразии..., с. 30, 31.

<sup>4</sup> Там же, с. 31.

<sup>5</sup> История Сибири..., с. 280; Плетиева С. А. Кочевники средневековья..., с. 69, 89, 92, 97.

<sup>6</sup> Бернштам А. Н. Возникновение классов и государства..., с. 380.

<sup>7</sup> Там же, с. 880.

<sup>8</sup> Бичурин Н. Я. Собрание сведений..., с. 215, 230.

<sup>9</sup> Энгельс Ф. Происхождение семьи, частной собственности и государства.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 21, с. 113.



о том, что при жизни они составляли слой независимого населения, по всей видимости, идентичный так называемый «Кага будун» древнетюркского каганата и государства енисейских кыргызов<sup>10</sup>.

Анализ погребального инвентаря и местоположения отдельных захоронений свидетельствуют, что в алтайском обществе кроме свободного населения существовала определенная группа зависимых людей, не ведущих собственного хозяйства, а находящихся в услужении у наиболее состоятельных соплеменников<sup>11</sup>. Она занимала низшие ступени социальной лестницы алтайского общества.

Основной социально-производственной единицей кочевников-скотоводов являлась кочевая община, состоявшая не только из родственных, но и неродственных семей. Она представляла собой объединение кочевников, ведущих самостоятельное хозяйство на правах частной собственности и связанных общей собственностью на кочевья и пастбища<sup>12</sup>. Во владении отдельных семей находились скот, орудия труда, различная утварь, производственные и жилые сооружения.

Таким образом, алтайское общество VI—X вв. находилось на этапе складывания и развития частной собственности, классов и государства. Однако в целом для кочевых племен средневековья была характерна замедленность процессов классовообразования и длительное переплетение феодальных отношений с патриархальными. Последнее проявлялось в остатках родоплеменных отношений, традиционном господстве племенных вождей, сохраниении общины.

Существенной особенностью экономики кочевников средневековья было господство натурального хозяйства, суть которого состояла в том, что все необходимые для потребления продукты создавались внутри каждого хозяйства. «При натуральном хозяйстве,— писал В. И. Ленин,— общество состояло из массы однородных хозяйственных единиц... и каждая такая единица производила все виды хозяйственных работ, начиная от добывания

<sup>10</sup> Кн с е л е в С. В. Древняя история..., с. 596—598.

<sup>11</sup> Там же, с. 535.

<sup>12</sup> П о т а п о в Л. П. О сущности патриархально-феодальных отношений у кочевых народов Средней Азии и Казахстана.— В кн.: Материалы научной сессии, посвященной истории Средней Азии и Казахстана в дооктябрьский период.— Ташкент, 1955, с. 26, 28.

<sup>13</sup> П л е т н е в а С. А. Кочевники средневековья..., с. 38.

разных видов сырья и кончая окончательной подготовкой их к потреблению»<sup>14</sup>.

Экономика кочевников Алтая представляла собой комплексное хозяйство — скотоводство, охоту и земледелие<sup>15</sup>. Основу хозяйственной деятельности населения составляло кочевое экстенсивное скотоводство, накладывавшее отпечаток на весь образ жизни и занятия людей. Оно предполагало сезонные перекочевки вместе со скотом, находившимся круглогодично на подножном корму. Кочевой образ жизни подтверждается письменными свидетельствами китайских хроник Вейшу, Таншу, Синьтаншу, где говорилось, что племена теле и тугю, кочевья которых распространялись на территории Алтая, жили в палатках, либо войлочных юртах, занимались скотоводством, переходя с места на место, смотря по достатку в траве и воде<sup>16</sup>. О заготовке кормов в незначительных количествах свидетельствуют находки жгутов сухого сена в древнетюркском погребении в Туве. Этнографические источники показывают, что подобный способ заготовки сена, когда сорванная или срезанная ножом трава свивалась в жгуты и развешивалась для хранения на деревьях, практиковался на Алтае еще в XIX в.<sup>17</sup> О том, что в эпоху раннего средневековья корм не заготавливали в больших количествах, говорят и археологические материалы, среди которых не засвидетельствовано ни одного серпа или косы.

Ведущее место в хозяйстве занимали лошадь и овца. «Судьба тюркю целиком и полностью зависит от овец и лошадей»,— подчеркивалось в летописи<sup>18</sup>. Разводили также коз, крупный рогатый скот и быков<sup>19</sup>. Продукты

<sup>14</sup> Ленин В. И. Развитие капитализма в России.— Полн. собр. соч., т. 3, с. 21—22.

<sup>15</sup> Кн с е л е в С. В. Древняя история..., с. 511, 512; Г р я з н о в М. П. История древних племен..., с. 145—150; Степи Евразии..., с. 41.

<sup>16</sup> Б и ч у р и н Н. Я. Собрание сведений..., т. 1, с. 214, 221, 263; т. 3, карта 76; П о т а п о в Л. П. Этнический состав..., с. 157, 158, 175, 188; История Саяно-Алтая в древнетюркское время.— В кн.: Тюркологический сборник 1972 г. М., 1973, с. 342—343; Т р и ф о н о в Ю. И. Об этнической принадлежности погребений с конем древнетюркского времени.— В кн.: Тюркологический сборник 1972 г. М., 1973, с. 351—374.

<sup>17</sup> Кн с е л е в С. В. Древняя история..., с. 510.

<sup>18</sup> История Сибири..., с. 275.

<sup>19</sup> Там же; К у б а р е в В. Д. Древнетюркский поминальный комплекс на Дьер-Тебе.— В кн.: Древние культуры Алтая и Западной Сибири.— Новосибирск, 1978, с. 95.



скотоводства являлись основой питания и сырьем для изготовления одежды, войлока: «питаются мясом, пьют кумыс, носят меховое и шерстяное одеяние»<sup>20</sup>. Овец и лошадей приносили в жертву умершему, дарили китайскому двору при дипломатических переговорах<sup>21</sup>. К сожалению, материалы погребений и свидетельства письменных источников малопоказательны и не дают конкретных сведений о количественном соотношении животных в стаде.

Примитивное ведение скотоводческого хозяйства делало его зависимым от стихийных бедствий, особенно в зимнее время, и эпизоотий. В качестве примера можно привести сведения, записанные в Таншу относительно тугу (627 г.): «В сем году выпали глубокие снега. От стужи много погибло лошадей и овец; люди терпели голод»<sup>22</sup>. Отчасти по этой причине, а также с целью обеспечения населения дополнительными средствами пропитания значительное место отводилось охоте. Находки костей в захоронениях показывают, что основными промысловыми животными являлись маралы, косули, горные козлы и лоси<sup>23</sup>. Вместе с тем добывались пушные зверьки, из шкур которых шили одежду.

Вероятно, определенную роль в хозяйственных занятиях играло и рыболовство. На эту мысль наводит наличие широко развитой речной системы на Алтае, изобилующей рыбой. Об этом же красноречиво говорит и факт изображения рыбы среди промысловых животных на костяной обкладке передней луки седла из могильника Кыдыргэ<sup>24</sup>.

Ряд источников свидетельствует о занятиях алтайского населения VI—X вв. земледелием. Однако при оценке роли последнего, думается, следует учитывать ряд факторов. Прежде всего, несмотря на наличие так называемых «древних каналов» в Курайской степи, долинах рек Малый и Большой Илгымень и долине реки Урсул, большая часть их не изучена, не датирована и на этом основании не может служить веским аргументом<sup>25</sup>. Исклю-

чение составляют каналы Курайской степи, относимые учеными к VI—X вв. н. э.<sup>26</sup> Однако вызывает сомнение их сельскохозяйственный характер. Практика современного полеводства в этом районе, находящемся на высоте около 2000 м над уровнем моря, показывает, что хлеба не успевают вызреть вследствие короткого вегетационного периода. Поэтому их сеют здесь только с целью заготовки зеленой массы для скота. Не исключено, что и упомянутые курайские оросительные каналы служили скорее для полива естественных трав, нежели земледелия. Тем более, что количество выпадаемых здесь осадков невелико, что не могло не учитываться древними скотоводами, нуждающимися в хорошем травостое. Земледелие же было, по всей видимости, мелким, основанным на мотыжной обработке почвы. Довольно редко производилась вспашка земли. На это указывают находки всего лишь двух наконечников андазына — деревянного плуга, использовавшегося для разрыхления поверхности земли<sup>27</sup>, и одного чугунного лемеха с отвалом, танского типа<sup>28</sup>.

Описанные основные виды хозяйственной деятельности существовали в тесной связи с домашними промыслами и немногочисленными ремеслами. Домашними промыслами, по формулировке В. И. Ленина, является «переработка сырых материалов в том самом хозяйстве... которое их добывает»<sup>29</sup>. Рассчитаны они на собственное потребление и неразрывно связаны с традиционной системой хозяйства, в данном случае — скотоводством, охотой и земледелием.

В домашнем хозяйстве алтайских племен превалировала обработка продукции животноводства: выделка шкур, витые веревки, изготовление войлока, шитье одежды, переработка молочных продуктов. Причем, все это являлось обязанностью женщин. Войлок, остатки которого встречаются при раскопках погребений второй половины I тыс. н. э. в Южной Сибири, возделывали нескольких видов: для покрытия юрт — грубый и толстый и для

<sup>20</sup> Бичурин Н. Я. Собрание сведений... т. 1, с. 215, 216, 229, 261.

<sup>21</sup> Там же, с. 230, 239, 240, 254, 314.

<sup>22</sup> Там же, с. 254.

<sup>23</sup> История Сибири..., с. 275.

<sup>24</sup> Гаврилова А. А. Могильник Кудыргэ... табл. 15/2.

<sup>25</sup> Киселев С. В. Древняя история..., с. 512—513.

<sup>26</sup> Там же, с. 495—496.

<sup>27</sup> Захаров А. Материалы по археологии Сибири.— Тр./ГИМ.— М., 1926, вып. 1, табл. 1.

<sup>28</sup> Обнаружен В. Д. Кубаревым на р. Юстыд. Хранится в фондах ИИФФ СО АН СССР.

<sup>29</sup> Ленин В. И. Развитие капитализма в России.— Полн. собр. соч., т. 3, с. 328.



шитья одежды — тонкий и плотный. Туго умели изготовлять грубую ткань из волокон какого-то растения, вероятно кендыря, и шерстяную ткань<sup>30</sup>. В Таншу сообщается, что теле умели выделявать даже тонкую шерстяную ткань<sup>31</sup>. Такие станки кочевники приспособивали, как и прочий инвентарь, к подвижной жизни, делая их маленькими и разборными, наподобие тех, которые сохранились у алтайцев до настоящего времени. Помимо тканей, одежду шили также из овчин и меха пушных зверей.

Обувь изготовляли из мягкой выделанной кожи, без каблучков, со слегка затянутым вверх носком. Носили ее с войлочным тонким чулком, у которого подошва была прострочена ниткой. У шиколотки сапоги завязывались ремешком<sup>32</sup>.

Традиционным мужским занятиям, по этнографическим данным, было изготовление конской сбруи, несложной домашней утвари и некоторых видов оружия. Для домашних и хозяйственных нужд широко применялось дерево. Из него делали основу седла, деревянные части юрты, различные блюда и чашки, рукояти плетей, деревянную основу лука, ножны. Судя по археологическим находкам, для изготовления колчанов широко употреблялась береста. Ею обклеивали ножны ножей, сабель и мечей<sup>33</sup>.

В целом обработка кожи, овчины, шерсти, дерева, продуктов питания, шитье одежды и обуви носили децентрализованный характер, т. е. могли существовать практически в каждой семье. Для их функционирования не требовалось сложного оборудования, высокой профессиональной подготовки.

Наряду с домашними промыслами в алтайском обществе существовала более сложная форма производства — ремесло, т. е. «производство изделий по заказу потребителя»<sup>34</sup>. Оно было представлено металлургией

и металлообработкой. С самого начала своего развития производство и обработка железа испытывали тенденцию к обособлению: для овладения ими были необходимы большой объем знаний, выходящих за рамки скотоводческо-охотнических навыков, специальные производственные приспособления, сооружения и инструмент.

В то же время развитие ремесла у алтайцев имело свои особенности в силу специфики кочевого скотоводческого хозяйства, со свойственными ему средствами производства, способами организации и ведения хозяйственной деятельности. Кочевое хозяйство препятствовало развитию общественного разделения труда, исключало появление городов как мест сосредоточения ремесла<sup>35</sup>. Для существования кочевников требовалось значительно меньшее разнообразие ремесленной продукции, нежели для оседлого населения. Наибольший спрос здесь находили предметы вооружения и конской сбруи. Археологические материалы свидетельствуют, что перечень наименований ремесленных изделий, используемых кочевниками, составлял немногим более 20.

В результате металлургия и кузнечество у кочевников, являясь по сути специализированными производствами, ориентированными на заказ, не получили достаточного развития и не достигли этапа окончательного отделения от сельского хозяйства. Последнее подтверждается этнографическими материалами, свидетельствующими, что мастера, занимавшиеся обработкой металла, как правило, держали то или иное количество скота и совершали вместе с общиной сезонные перекочевки<sup>36</sup>.

Число кузнецов и металлургов регулировалось спросом на кузнечную продукцию. Вследствие ограниченной потребности в железных изделиях у кочевников, количество населения, занятого добычей и обработкой металла, было невелико. На Алтае кузнечеством занималось всего около 4% всех хозяйств<sup>37</sup>. Примерно столько же их было

<sup>30</sup> Бичурин Н. Я. Собрание сведений... с. 229; Гумилев Л. Я. Древние тюрки. — М., 1967, с. 71; История Сибири... с. 276.

<sup>31</sup> Бичурин Н. Я. Собрание сведений... с. 314.

<sup>32</sup> История Сибири... с. 278.

<sup>33</sup> В этом отношении очень представительны материалы могилы Ур-Бедари, раскопанного М. Г. Елькиным.

<sup>34</sup> Ленин В. И. Развитие капитализма в России. — Полн. собр. соч., т. 3, с. 329.

<sup>35</sup> Толыбеков С. Е. Кочевое общество... с. 317; 319; Марков Г. Е. Кочевники Азии... с. 285.

<sup>36</sup> Токарев С. А. Докапиталистические пережитки... с. 121; Бурковский А. Ф. Из истории техники металлического производства у киргизов. — Учен. зап./Киргиз. ун-т, Фрунзе 1958, вып. 5, с. 83; Дулов В. И. Социально-экономическая история Тувы. М., 1956, с. 107.

<sup>37</sup> Вайнштейн С. И. Историческая этнография... с. 277.



в Туве<sup>38</sup>. Вероятно, в раннем средневековье кузнецами было несколько больше, так как в XIX в. изделия алтайских ремесленников все больше вытеснялись русскими. О численности металлургов данных не имеется. Поэтому о количестве их (и то весьма приближенно) можно судить лишь по археологическим и геологическим наблюдениям. Как уже отмечалось, самым крупным районом распространения металлургии был юго-восточный. Кроме того, выплавкой железа занималось полуоседлое население, проживающее в отрогах Салаирского кряжа<sup>39</sup>. Следовательно, в целом, металлургией железа занималось значительно меньшее количество населения, нежели кузнечеством, в общей сложности достигая едва более 0,5–1% хозяйств. Причем, следует иметь в виду, что в период раннего средневековья металлургическое производство полностью не отделялось от кузнечества, и там, где имелись месторождения железных руд, кузнецы зачастую занимались одновременно и выплавкой железа.

По свидетельству исторических и этнографических данных, металлургия и металлообработка являлись делом мужчин. Ремесленное мастерство составляло наследственную профессию отдельных семей и больших семейно-родовых групп. Так, о специализации на производстве металла части алтайских племен или родов-сеоков юго-восточной части Алтая свидетельствуют их генеалогические легенды: «про сеок «кобурчи конгдош» говорят, что люди этого сеока специализировались на обжигании угля, который они употребляли для плавки железной руды». Аналогичные сведения имеются о сеоке кара-пыратов: «от породы черного железа из утробы черного дерева вышедшие кара-пыраты»<sup>40</sup>. С. А. Токарев, работавший на Алтае в 30-х гг., описывает настоящий кузнечный род со слов одного из потомков этого рода — телентита сеока Саал Карабелева Семена Филипповича, проживающего в Усть-Улагане. Его дед Йеенек был хорошим кузнецом. Стремя братьями он проживал на Чулышмане, выплавлял

железо в сыродутных печах. Йеенек считался старшим в семье. У четырех братьев были сыновья и внуки, и все были кузнецами<sup>42</sup>.

Организация труда металлургов и кузнецов имела различный характер. Кузнец мог работать один, либо с помощником, которым был младший брат, сын, племянник. Кузнечное производство основывалось на ручном труде. Все кузнечные операции от обработки заготовки до отделки готового изделия мастер выполнял сам. По свидетельству ал-Джахиза, описывающего организацию ремесла раннесредневековых туркешей и карлуков, «тюрок изготовляет седла, стрелы, конья и все оружие сам от начала до конца. Не просит помощи у товарищей и не обращается за советом к другу»<sup>43</sup>.

В металлургическом производстве труд имел исключительно коллективный характер, производившийся в рамках патриархальной семьи. Все работы — сооружение стационарной сыродутной печи, углежжение, добыча и подготовка руды, выплавка железа — проходили под руководством отца либо старшего брата. Кроме взрослых мужчины к работам могли привлекаться и подростки. Непосредственно в процессе выплавки железа, судя по конструкции печи, с ее довольно большим объемом рабочей камеры и сложным воздуходушным устройством, принимали участие около 7–9 человек. Особая ответственность лежала на руководителе работ — наиболее опытном плавильщике. Он следил за углежжением и подготовкой руды, так как от этих компонентов в значительной мере зависело протекание сыродутного процесса, руководил выплавкой железа: составлял шихту, определял необходимый момент выпуска шлака и количество их, контролировал силу тяги воздуха в рабочую камеру.

Металлургия и металлообработка были для своего времени достаточно сложными видами производств, требовавшими эмпирических знаний, производственных навыков, овладение которыми невозможно без длительного обучения. Учениками становились помощники ремесленника. Работая с ним бок о бок несколько лет, помогая ему совершать все производственные операции, они постигали секреты мастерства. Ученикам передавался мно-

<sup>38</sup> Там же.

<sup>39</sup> Елькин М. Г. Поселение позднего железного века у г. Гурьевска. — Изв. лаборатории археол. исследований. — Кемерово, 1974, вып. 1, с. 125.

<sup>40</sup> Киселев С. В. Древняя история... с. 97.

<sup>41</sup> Потанин Г. Н. Очерки северо-западной Монголии. — СПб. 1883, вып. 4, с. 8.

<sup>42</sup> Токарев С. А. Докапиталистические пережитки... с. 121.

<sup>43</sup> Мандельштам А. М. Характеристика тюрок... с. 241.



говековой опыт сооружения сыродутных и кузнечных горнов, техники дутья и плавки, составления наиболее благоприятных составов шихты. Им старались привить знание признаков определения качества металла, технологию обработки и многое другое.

Кузнечное и металлургическое ремесла как специфические формы трудовой деятельности человека обладали определенным количеством понятий (словарным фондом), отражающим многообразие трудовых операций связанных не только с добычей и обработкой металла, но и с подсобными занятиями. Среди них можно отметить названия инструментов, производственных сооружений и приспособлений, термины, связанные с операциями раздувания огня мехом, нагрева металла, регулирования температуры плавки, углежжения и т. д. (табл. 6) <sup>44</sup>.

Как показывают исследования, специальных помещений для занятий ремеслом у алтайских кочевников не существовало, причиной тому служил кочевой быт. По свидетельству этнографических источников, кузница обычно располагалась в юрте <sup>45</sup>. Не исключено, что в летнее время кузнечные работы могли проводиться на открытом воздухе. Металлурги также не сооружали специальных мастерских. Стационарные сыродутные печи обычно располагались вблизи месторождений. Изредка, как это было зафиксировано раскопками на р. Юстыд, над ними возводился навес.

Мастера-ремесленники обладали специальным инструментом, хотя он не зафиксирован археологически, за исключением напильников. Наличие и состав орудий труда восстанавливается по технологическим исследованиям данным алтайского эпоса и этнографическим материалам. Судя по всему, кузнечный инвентарь был невелик. Он состоял из мехов, молота, железной или каменной наковальни, клещей, молотка, зубила и напильника. Данные технологических наблюдений подтверждаются сведениями алтайского эпоса, где есть упоминания о молотке, наковальне, мехах, клещах и прочих кузнечных приспособлениях <sup>46</sup>.

<sup>44</sup> Словарный материал извлечен из памятников древнетюркской письменности VII—XIII вв., вошедших в «Древнетюркский словарь».

<sup>45</sup> Токарев С. А. Докапиталистические пережитки... с. 124.

Таблица 6

Древнетюркские термины по металлургии и металлообработке

Термин		ДТС. с
Древнетюркский	Русский	
KAN	рудник	289
KESGU	орудие для резания	302
KIK	точить	307
KOJDA	плавильная печь	312
KOMÜR	уголь	314
KOMÜR OTI	огнь угля	314
KOMÜRLÜG	тот, кто имеет уголь	314
KOMÜRLÜK	1) дерево, предназначенное для выжигания угля, 2) место, где кладут уголь	314
KORUK	мех, горн	318
KOZ A Q U	кочерга	321
GİSYAC	щипцы, клещи	447
QIZA	кузнечный горн	450
QOYSA	шлифовать	452
TEL	сверлить, пробивать	550
TEMÜR	железо	551
TEMÜREI	кузнец	446
TEMÜRCI	кузнец	551
TEMÜRARQI	окалина	551
TEMÜRLÜG	имеющий железо	551
TEMÜRLÜK	место, где плавят железо	551
TİSA	точить	563
TİSAL	делать насечки	563
TÖRPIG	напильник	581
TÖRPIG U	напильник	576
TOQI	ковать, выковывать	592
TUTI'Q	ржавец	628
UN	пробивать отверстие	606
UOMAQ	подмастерье	

Особенно интересным в этом отношении является содержание одного из текстов камланий Эрлику, вероятно, имеющего древнюю традицию. В принципах Эрлику называются четырехгранная наковальня, щипцы, «звучащий

<sup>46</sup> Вербницкий В. И. Алтайские минералы. М., 1893, с. 99; Никифоров Н. Я. Аноский сборник: Собрание сказок алтайцев. — ЗСОИРГО. — Омск, 1915, т. 37, с. 53, 54; Алтын Туудн. Алтайский героический эпос. Новосибирск, 1950, с. 83.



черный молот», гремящий черный мех...»<sup>47</sup>. Аналогичный набор инструментов засвидетельствован этнографически. С. А. Токарев наблюдал оборудование кузницы, располагавшейся в обычной алтайской юрте. В помещении было «два ручных меха, вдвигаемые устьями в небольшой станочек, перед которым раскладываются на земле угли, наковальня железная, весом около 12 кг, молот, несколько шпильков и клещей, резцов, долот — и все»<sup>48</sup>.

Технологические исследования кузнечных изделий показывают, что на Алтае существовали две категории кузнецов — рядовые и высокопрофессиональные. Первые обходились довольно простым оборудованием и ковали несложные изделия — удила, пряжки, топоры-тесла и т. п. Высокопрофессиональные кузнецы имели, по всей видимости, большой набор кузнечного инструмента и могли изготавливать более сложные изделия — трехлопастные наконечники стрел, мечи, стремена с пластинчатым фигурным ушком и т. д. На вооружении некоторых из них находились сложные технологические приемы — поверхностная цементация, закалка, овладение которыми относятся лишь к VIII—X вв.

Небольшой набор инструмента существовал и у металлургов. Круг его ограничивался молотом, клещами, каменной наковальней для дробления руды, решетом для ее просеивания и воздуходувными мехами. О наличии последних весьма определенно говорят археологические наблюдения, в ходе которых зафиксированы специальные воздуходувные устройства с выкладками камней вблизи них, служащих своеобразным фундаментом для воздуховых мехов.

Таким образом, организация труда ремесленников имела определенные особенности, заключающиеся в специализации на выплавке и обработке металла отдельными семей и семейно-родовых групп, наличии института ученичества, а также особых понятий и инструментария мастеров.

Металлургия и кузнечество на Алтае практически полностью обеспечивали население металлом и металлическими изделиями. Исключение составляют лишь чугунные сосуды, импортируемые извне. Судя по материалам археоло-

<sup>47</sup> Анохин А. В. Материалы по шаманству у алтайцев. — Л., 1928. с. 85—86.

<sup>48</sup> Токарев С. А. Докапиталистические пережитки... с. 121.

логических памятников Алтая, существовало следующее соотношение категорий металлических изделий в общем объеме кузнечной продукции: детали конской сбруи — всевозможные пряжки, кольца, удила, стремена, обкладки, тройники — составляли 60%, оружие — 15%, орудия труда и домашняя утварь — 25%.

Производство продукции ремесленников ориентировалось на заказ и оплачивалось натурой. Трудно сказать, договаривались ли ремесленник и заказчик об определенном виде платы. Из этнографических источников XIX—начала XX вв. известно, что у кочевников сопредельных территорий существовала как оплата по договоренности, так и по традиции, при которой каждому виду изделия соответствовала определенная мзда. Например, в Туве некоторые кузнецы, получая заказ, обычно просили за работу то, в чем особенно нуждались в это время<sup>49</sup>. В Киргизии заказчик и мастер о цене договаривались очень редко<sup>50</sup>. В других же случаях заказ молчаливо предполагал определенную плату<sup>51</sup>. При обменных операциях акт оплаты за полученную продукцию ремесленников мог растягиваться на значительное время от момента его получения. Несмотря на то, что оплата производилась натурой, она могла носить самые различные формы. За полученные готовые изделия заказчик мог давать скот, зерно, войлок, масло, сыр и т. п.

Развитие обмена вело к появлению своеобразных мер натурального обмена, выполняющих функцию денег. Не исключено, что именно в эпоху складывания феодальных отношений на изучаемой территории появляется эквивалентная форма денег. По выражению К. Маркса, «форма денег сростается или с наиболее важным из предметов, которые получают путем обмена извне и действительно представляют собой естественно выросшую форму проявления меновой стоимости местных продуктов, или же — с предметом потребления, который составляет главный элемент местного отчуждаемого имущества, как, например, скот»<sup>52</sup>. Можно предполагать, что в условиях Алтая, население которого занималось кочевым скотоводством, скот должен был стать эквивалентной формой

<sup>49</sup> Вайнштейн С. И. Историческая этнография... с. 208.

<sup>50</sup> Бурковский А. Ф. Из истории техники... с. 82.

<sup>51</sup> Масанов Э. Из истории ремесла казахов. — СЭ, 1958, № 5, с. 32.

<sup>52</sup> Маркс К. Капитал, т. I, с. 98, 99.



денег. В районах, богатых пушным зверем наравне со скотом, эту функцию могла выполнять пушнина. Из этнографических источников XIX в. известно, например, что на Южном Алтае натуральной единицей обмена являлся годовалый баран (toihun), а на Восточном Алтае — белка<sup>53</sup>.

Основными потребителями металла и изделий из него были сами ремесленники-кузнецы, рядовые общинники и господствующая родовая прослойка. Кроме того, металлические изделия использовались в качестве продукта обмена с другими территориями и платежа дани. Так, внутри общины обычно реализовывались изделия рядовых ремесленников. Продукция же металлургов и высококвалифицированных кузнецов обменивалась порой в нескольких десятках, а то и сотнях километров от места производства. Косвенное отношение этого засвидетельствовано византийскими историками, которые сообщают, что после создания своего государства (в территорию которого входил и Алтай) тюрки имели свои железные рудники и вели торговлю железом<sup>54</sup>. Китайские источники прямо сообщают, что в V—VI вв. тюрки-тугу, расселившиеся на Алтае, поставляли железо жуань-жуаням<sup>55</sup>.

В составе дани железо и железные изделия занимали по всей видимости, значительное место, так как землевладельцы каганов — равнины Ордоса, Гоби, степи современной Монголии — лишены железорудных месторождений<sup>56</sup>. Таким образом, за счет населения Саяно-Алтая, известного своими металлургами и кузнецами, восполнялась потребность в железе как внутри государства, так и в межгосударственной торговле<sup>57</sup>.

Экономическая роль ремесла и ремесленников объективно определяла их положение в обществе. Письменные и этнографические источники свидетельствуют, что у многих народов Центральной Азии и Южной Сибири кузнецы пользовались большим уважением. На Алтае почитание

кузнецов имело древнетюркские корни. Отражением этого является повествование древнетюркской легенды, записанной в «Суйшу» о правителях Тюркского государства, которые обычно были кузнецами<sup>58</sup>. Отмеченные традиции дожили до XIX в. В. В. Радлов отмечал во время своей поездки по Алтаю, что кузнецы повсюду очень чтутся<sup>59</sup>.

Важным фактором, определявшим особое отношение к металлургам и кузнецам, было сопоставление их с шаманами, как обладателями волшебного-колдовского влияния<sup>60</sup>. Большую роль в этом плане играла сама специфика кузнечного ремесла: мастера свободно обращались с раскаленным железом и огнем, могли вызывать «ветер» посредством воздуходушных мехов, в то время как огонь и ветер почитались у тюркоязычных народов как могучие силы природы. На особое положение ремесленника накладывала отпечаток мифологическая связь кузнечного атрибута с именем Эрлика, отмеченная в алтайском эпосе<sup>61</sup>.

Специфика труда металлургов-кузнецов привела, с одной стороны, к выделению их в обществе в особое положение, близкое шаманам, с другой — повлекла появление особой культовой обрядности при проведении ремесленных работ. Основой появления последней явилось незнание людьми закономерностей физических явлений природы: ремесленники не могли объяснить превращение рудного камня в железо в ходе плавки, механизма цементации, закалки, пластичности и т. д. Особенно много таинственного и непонятного было в металлургии, где вся работа проходила в большей степени интуитивно, существенную роль играл случай. Все это вело к порождению магических действий перед началом (а возможно, и после) производственной деятельности. Как справедливо отмечал С. А. Токарев, промысловая «магия пускается в ход в тех отраслях хозяйства, где значительную роль играет случай, удача, где велик простор для надежды неуверенности и стра-

<sup>53</sup> Потапов Л. П. Разложение родового строя... с. 66.

<sup>54</sup> Пигулевская Н. Сирийские источники по истории народов СССР. — М.: Л., 1941, с. 75.

<sup>55</sup> Бичурин Н. Я. Собрание сведений о народах... с. 228.

<sup>56</sup> Кызласов Л. Р. Древняя Тува... с. 83.

<sup>57</sup> Пигулевская Н. Сирийские источники... с. 75; Бичурин Н. Я. Собрание сведений о народах... с. 352; Тихонов Д. И. Хозяйство и общественный строй Уйгурского государства. — М.: Л., 1966, с. 86.

<sup>58</sup> Масао Мори. Политическая структура... с. 1.

<sup>59</sup> Radloff W. Aus Sibirien. Leipzig, 1884, Bd I, S. 293.

<sup>60</sup> Масао Мори. Указ. соч., с. 1.

<sup>61</sup> Вербицкий В. И. Алтайские инородцы... с. 99; Никитин Н. Я. Аноосский сборник... с. 53, 54; Анохин А. В. Материалы по шаманству... с. 85, 86.



ха»<sup>62</sup>. На основании этого формировался промысловый культ.

О существовании его говорят как письменные источники о древних тюрках, так и этнографические сведения тюркоязычных народов Саяно-Алтая и Якутии. Ритуальными действиями сопровождалась добыча, выплавка и обработка железа. Так, объектом поклонения древних тюрков<sup>63</sup> и современных алтайцев<sup>64</sup> была окружающая природа тех мест, где добывалась руда: гора, лог, прилегающая терраса реки. По представлению алтайцев, каждая гора, река, тайга и т. п. имеют своего духа-хозяина (ээзи). Всякий человек обязан почитать их как своих благодетелей, от которых он получает земные блага; непочтение же к ним может обернуться болезнями<sup>65</sup>. Особенно необходимо было поклонение ээзи при использовании той или иной местности в качестве промысловых территорий. Поклонение духу-хозяину производилось произношением заклинаний, возлияниями араки, молока и т. п.

Особенно широкий простор для проявления промысловой магии существовал при плавке железа, сопровождавшейся «огнем и ветром». Почитание огня засвидетельствовано у древних тюрков и современных алтайцев. В культе алтайцев «особенно ярко выражено благоговейное отношение к огню вообще... выявляющееся в почитании хозяина огня «от-ази» как чистого благодетельного духа. Пламя огня рисуется в представлении алтайцев телеут как живое, покровительствующее им, существо»<sup>66</sup>. Кроме почитания, в обращении с огнем требовалось соблюдать «чистоту». Не исключено, что в связи с этим могли иметь место запреты, связанные с поверьем о нечистоте женщин. Для соблюдения чистоты у тюркоязычных кочевников широкое распространение с древнетюркского

<sup>62</sup> Токарев С. А. Сущность и происхождение магии.— В кн. Исследования и материалы по вопросам первобытных религиозных верований.— М., 1959, с. 56.

<sup>63</sup> Потапов Л. П. К вопросу о древнетюркской основе... с. 23.

<sup>64</sup> Анохин А. В. Материалы по шаманизму... с. 15; Чанчибаев Л. О современных религиозных пережитках... с. 91.

<sup>65</sup> Анохин А. В. Указ. соч., с. 14.

<sup>66</sup> Дырленкова Н. П. Культ огня..., с. 63.

этого времени получил обряд очищения огнем, в ходе которого использовали ветки можжевельника<sup>67</sup>.

Особую роль играл огонь в кузнечестве. Посредством его кузнец совершал практически все трудовые операции. В процессе работы он наблюдал огромную «магическую» силу огня: огонь превращал твердое, неподдающееся ковке, железо в мягкое, а иногда даже «пожирал» его. Все это, особым образом преломляясь в сознании кузнеца-ремесленника, усиливало почитание огня как сильного, покровительствующего духа.

Важнейшим атрибутом кузнечного и железоплавильного ремесла являлись воздуходушные мехи. Ветер (jel) издавна почитался как одна из сил природы, как божество или дух. Это хорошо подтверждается древнетюркской письменностью и сведениями этнографии Алтая<sup>68</sup>. Кроме того, с ветром связаны и некоторые ритуальные действия обращения к богам и духам, сопровождаемые помахиваниями опахала, имитирующего дуновение ветра. Подобные действия проводили шаманы, называемые термином «jelviči» (производное от слова «jel»), не приводившие себя при этом в экстазное состояние (в отличие от шаманов, известных под термином «кам») <sup>69</sup>. Не исключена возможность, что между современными шаманами «jelviči» и древними кузнецами-шаманами (колдунами), обладателями ветра, имеется тесная связь. Возможно, в этом кроется разгадка происхождения так называемых белых шаманов, признаки связи которых с «jelviči» отмечал Л. П. Потапов<sup>70</sup>.

Развитие культовой обрядности привело к появлению особых божеств — покровителей ремесленников. Определенным отражением этого является наличие в алтайском пантеоне божества — покровителя кузнецов, известного под именами Атаган, Ятаган, Яжилъ-хан, который научил людей ковать железо и положил начало искусств<sup>71</sup>. Среди божеств общеалтайского пантеона Яжиль-хан или Ятаган был одним из семи сыновей верховного доброго

<sup>67</sup> Там же, с. 69, 70; Потапов Л. П. К вопросу о древнетюркской основе... с. 68; Алексеев Н. А. Традиционные верования якутов в XIX—начале XX вв.— Новосибирск, 1975, с. 68.

<sup>68</sup> Потапов Л. П. К вопросу о древнетюркской основе..., с. 22.

<sup>69</sup> Там же, с. 33.

<sup>70</sup> Там же, с. 32.

<sup>71</sup> Шведова М. Алтайские калмыки..., с. 11.



божества Ульгения<sup>72</sup>. В недалеком прошлом Атагана почитали на Южном Алтае. Есть сведения, что ему поклонялись отдельные алтайские союзы: Кондош<sup>73</sup>, Сойон<sup>74</sup>, Чаапты, Майман<sup>75</sup>. Несмотря на то, что отмеченные сведения относятся к XIX в., есть основания считать, что зарождение культа божества — покровителей кузнецов — произошло до монгольского завоевания, так как в последующий период на большей части Алтая добыча и обработка металла были утрачены<sup>76</sup>.

Таким образом, в целом развитие ремесла в условиях господства натурального кочевого хозяйства имело свои особенности, обусловившие неотделимость его от сельского хозяйства и длительное существование в пределах кочевой общины. В то же время в социально-экономической структуре алтайских племен VI—X вв. металлургия и кузнецы занимали особое место, определявшееся их существенной ролью в хозяйственной жизни населения, а также рядом субъективных факторов, связанных с религиозными представлениями кочевников.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важное место в изучении истории человеческого общества занимают вопросы хозяйственной деятельности, в частности, освоения и использования металла. Крупным районом железоделательного и железообрабатывающего производства в период раннего средневековья (VI—X вв.), как показывают письменные и археологические источники, являлся Алтай.

Анализ железных руд, сыродутных печей, образцов топлива и шлаков, — с одной стороны, и кузнечной продукции — с другой, позволяет определить общий уровень развития металлургии и металлообработки в этом районе, наличие определенных особенностей в развитии ремесла у кочевого населения, роль ремесла и ремесленников в социально-экономической жизни общества.

Металлургия железа на Алтае базировалась в основном на многочисленных месторождениях и рудопроявлениях юго-восточного Алтая. Открытие здесь около 30 памятников металлургии железа позволяет выделить крупный Чуйско-Курайский горно-металлургический район Алтае-Саянской горной области, расположенной на высоте 1500—1800 м над уровнем моря и охватывающей Курайскую, Чуйскую и Сайлюгемскую степи.

Состав железных руд месторождений свидетельствует о высоком и среднем содержании железа в руде, оптимальном — кальция и глинозема и чаще завышенном — кремнезема, являющегося основным нерудным минералом на месторождениях. Последнее обстоятельство диктовало необходимость обогащения руды металлургами.

Выплавка металла на Алтае в период средневековья проводилась по единой технологии в однотипных сыродутных печах, не имеющих прямых аналогий на других территориях. Все печи — шахтного типа, возведены в ямах глубиной 120—150 см. Общие размеры их варьируют в пределах: длина — 105—150 см, ширина — 35—65 см, высота (реконструируемая) — до 200 см. Особый интерес представляет конструкция воздуходушных сопел, расположенных по боковым стенкам на высоте около 100 см над уровнем пола рабочей камеры, по 8—11 над каждой, диаметром 2,5—4 см, и выведенных на поверхность под углом в 45—50°. Создание подобного воздуходушного устройства позволило алтайским металлургам увеличить рабочий объем печей и повысить их производительность, осуществляя плавку большого количества металла при высоких температурных режимах.

Сопутствующий инвентарь и проведенные аналогии позволяют датировать данные металлургические производственные сооружения VI—X вв. н. э. Наличие общих конструктивных особенностей и группирование в определенном районе позволяют выделить их в особый тип сыродутных горнов, характерный для Алтайского горно-металлургического района, — Кош-Агачский.

Получение железа на Алтае в изучаемый период происходило исключительно сыродутным способом путем прямого восстановления металлического железа из железной руды. Сравнение результатов производства железа на Алтае с некоторыми регионами страны показывает более высокую производительность первого.

<sup>72</sup> Анохин А. В. Материалы по шаманству..., с. 7.

<sup>73</sup> Токарев С. А. Пережитки родового культа у алтайцев. — Труды этнографии. — М.: Л., 1947, т. 1, с. 148.

<sup>74</sup> Токарев С. А. Докапиталистические пережитки..., с. 75; Горный Алтай и его население. — Барнаул, 1900, т. 1, вып. 1, с. 75.

<sup>75</sup> Токарев С. А. Пережитки родового культа..., с. 149.

<sup>76</sup> Потапов Л. П. Краткий очерк..., с. 26.



Основными категориями продукции кузнечного производства алтайцев были преимущественно принадлежности конской сбруи, оружие, а также орудия труда и предметы домашнего обихода. Анализ металлического инвентаря по двум хронологическим периодам (VI—VII и VIII—X вв.) показал поступательное развитие кузнечной техники, хотя и происходившее медленными темпами. В целом, для железообрабатывающего производства алтайского населения VI—X вв. было характерно использование в качестве сырья кричного железа и стали с постепенным изменением соотношения в пользу последнего. Массовое металлографическое исследование и данные железоделательного производства свидетельствуют о том, что население Алтая не выплавляло чугуна, а получало уже готовую продукцию с другой территории.

Постепенно совершенствовались приемы пластической обработки металла. Так, в результате применения метода длительной проковки заготовок количество изделий из чистого железа возросло на 9%, составив к концу X в. около четверти всей кузнечной продукции. Значительно разнообразились в ходе исследуемого периода приемы изготовления предметов из черного металла, основными из которых были: 1) свободная кузнечнаяковка; 2) поверхностная цементация железа и стали; 3) сварка железа и стали; 4) термическая обработка (закалка) стали; 5) заточка и шлифовка изделий.

В целом почти для всей изученной территории характерно единообразие технологии кузнечного производства, связанное как с производством небольшой номенклатуры изделий, так и с объемом технических знаний, имеющихся на вооружении кузнецов. Исключение составляет металлообработка восточной части предгорий Алтая, находившаяся, по всей вероятности, под большим влиянием кузнечных традиций более высокоразвитой Хакаско-Минусинской котловины.

Сравнение кузнечного производства Алтая с другими регионами страны в период VI—X вв. показывает отставание темпов развития металлообработки кочевников по сравнению с оседлыми земледельцами, обусловленное особенностями кочевого хозяйства и быта.

Металлургия и металлообработка являлись составной частью хозяйственной структуры алтайских племен скотоводов-кочевников, ведущих комплексное натураль-

ное хозяйство и находившихся на этапе складывания частной собственности, классов и государства.

Особенность развития ремесел на Алтае состояла в том, что, являясь по сути специализированными производствами, ориентированными на заказ, они, в силу специфики кочевого скотоводческого хозяйства, со свойственными ему средствами производства, способами организации и ведения хозяйственной деятельности, не получили достаточного развития, необходимого для отделения от сельского хозяйства.

Общее число занимавшихся металлургией и металлообработкой составляло около 4—5% населения. Организация труда ремесленников имела определенные особенности, заключавшиеся в специализации на выплавке и выработке металла отдельных семей и семейно-родовых групп, наличии института ученичества, а также особых понятий и инструментария мастеров.

Экономическая роль ремесла и ремесленников на Алтае заключалась в том, что они практически полностью обеспечивали металлом и металлическими изделиями население своего региона, продукция их представляла важную статью в составе дани и межгосударственной торговли. Все это объективно определяло высокое положение ремесленников в обществе, доказываемое историческими источниками.

Фактором субъективного характера, усиливающим почитание ремесленников, были представления алтайцев о присущей якобы металлургам и кузнецам способности волшебного-колдовского влияния, близкой к шаманам. Специфика труда металлургов-кузнецов, приводящая, с одной стороны, к выделению их в обществе в особое положение, близкое шаманам, с другой — появлению особой культовой обрядности при проведении ремесленных работ. Ритуальными действиями сопровождалась добыча, выплавка и обработка железа.

В целом металлургия и металлообработка Алтая VI—X вв. н. э. достигли достаточно высокого для кочевого хозяйства уровня развития. Однако политические события XIII—XVIII вв. резко отрицательно повлияли на ход социально-экономического развития алтайских племен. Монгольское завоевание и грабительская политика монгольских ханов, сопровождавшаяся массовым истреблением местного населения, привели к значительному куль-



турному и экономическому упадку<sup>1</sup>. Эта закономерность прослеживается всюду, где господствовали монгольские завоеватели.

Исторические источники свидетельствуют, что в XV—XVIII вв. экономика и культура алтайских племен находились в состоянии крайнего упадка и застоя<sup>2</sup>. На большей части Алтая, в частности юго-восточном районе, железоделательное производство полностью прекратило свое существование. В XVII в. из-за отсутствия железа местное население вынуждено было ввозить его с других территорий<sup>3</sup>. Возможность занятий железом оставалась лишь в отдельных труднодоступных горнотажных местностях. Однако этнографические материалы XVIII—XIX вв. показывают, что железоделательное производство, сохранившееся здесь, было на более низком уровне, чем в изучаемый период<sup>4</sup>.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин В. И. Развитие капитализма в России.— Полн. собр. соч., т. 3, 636 с.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Немецкая идеология.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 3, с. 7—544.
3. Энгельс Ф. Происхождение семьи, частной собственности и государства.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 21, с. 23—178.
4. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, 877 с.
5. Агрякола Г. О горном деле и металлургии.— М.: Изд-во АН СССР, 1962, 599 с.
6. Алексеев Н. А. Ранние формы религии тюркоязычных народов Сибири.— Новосибирск: Наука, 1980, 315 с.
7. Алтын Тууди. Алтайский героический эпос.— Новосибирск: Огиз, 1950, 126 с.
8. Аминский Н. Н. Железные руды бассейна р. Кубадры.— В кн.: Новые данные по рудным полезным ископаемым Сибири.— Новосибирск: СНИИГИМС, 1973, с. 59—61.
9. Анохин А. В. Материалы по шаманству у алтайцев.— Л.: Изд-во Российской Академии наук, 1924, 148 с.
10. Антейн А. К. Металлургия и технология изготовления изделий из цветных металлов на территории Латвийской ССР до начала XVIII века: Автореф. дис... канд. техн. наук.— Вильнюс, 1971, 32 с.
11. Антейн А. К. Дамасская сталь в странах бассейна Балтийского моря.— Рига: Зинатне, 1973, 130 с.
12. Артикава В. Е. Железообрабатывающее ремесло в древней Грузии.— Тбилиси: Мецниереба, 1976, 263 с.
13. Афанасьев Г. Е., Николаенко А. Г. О салтовском типе сырцового горна.— СА, 1982, № 2, с. 168—175.
14. Байков А. А. Прямое получение железа из руд.— Собр. трудов.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949, т. 2, с. 339—355.
15. Байков А. А. Физико-химические основы способов прямого получения железа из руд.— Собр. трудов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949, т. 2, с. 356—380.
16. Бернштам А. Н. Возникновение классов и государства у турок VI—VIII вв.— Тр./Ин-т антропол. археол. и этногр.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 871—891.
17. Бернштам А. Н. Социально-экономический строй орхон-енисейских тюрков VI—VIII вв.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946, 207 с.
18. Бичурин Н. Я. Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, т. 1, 380 с.
19. Бочвар А. А. Металловедение.— М.: Металлургиздат, 1956, 495 с.
20. Бурковский А. Ф. Из истории техники металлического производства у киргизов.— Учен. зап./Киргиз. ун-т.— Фрунзе: Изд-во Киргиз. ун-та, 1958, вып. 5, с. 73—106.
21. Вайнштейн С. А. Некоторые вопросы истории древнетюркской культуры.— СЭ, 1966, № 3, с. 60—81.
22. Вайнштейн С. И. Историческая этнография тувинцев.— М.: Наука, 1977, 313 с.
23. Вербицкий В. И. Алтайские инородцы.— М.: Изд-во Этно-

<sup>1</sup> Народы Сибири..., с. 322.

<sup>2</sup> Там же, с. 333.

<sup>3</sup> Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия Хакасии... с. 162.

<sup>4</sup> Чихачев П. А. Путешествие в Восточный Алтай. М., 1974, с. 139.



график: отдела Императ. общества любителей естествозн., антропол., этнограф., 1893. 214 с.

25. Вознесенская Г. А. Металл Троицкого городища.— В кн.: Археология и естественные науки.— М.: Наука, 1965, с. 129—138.

26. Вознесенская Г. А. Металлографические исследования кузнечных изделий из раннеславянских памятников.— КСИА.— М.: Наука, 1967, вып. 110, с. 124—128.

27. Вознесенская Г. А. Обработка железа у племен черняховской культуры.— КСИА.— М.: Наука, 1970, вып. 121, с. 34—38.

28. Вознесенская Г. А. Металлообрабатывающее производство у лесостепных племен Восточной Европы в первой половине I тыс. н. э.: Автореф. дис... канд. ист. наук.— М., 1971. 24 с.

29. Вознесенская Г. А. Техника обработки железа и стали.— В кн.: Барцева Т. Б., Вознесенская Г. А., Черных Е. Н. Металлы черняховской культуры. М.: Наука, 1972, с. 8—49.

30. Вознесенская Г. А. Обработка черного металла на городище Титчиха.— В кн.: Москаленко А. А. Городище Титчиха.— Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1965, с. 251—262.

31. Вознесенская Г. А. Кузнечное производство у восточных славян и третьей четверти I тыс. н. э.— В кн.: Древняя Русь и славяне.— М.: Наука, 1978, с. 61—65.

32. Вознесенская Г. А. Техника кузнечного производства у восточных славян в VIII—X вв.— СА, 1979, № 1, с. 70—76.

33. Вознесенская Г. А., Хомутова Л. С. Техника и технология кузнечного производства на городище Марица.— СА, 1979, № 4, с. 180—188.

34. Гаврилова А. А. Могилиник Кудыргэ как источник по истории алтайских племен.— М.: Л.: Наука, 1965. 110 с.

35. Гзелишвили И. А. Железоплавильное производство в древней Грузии.— Тбилиси: Мецниереба, 1976. 119 с.

36. Гопак В. Д. Кузнечное ремесло славян Днепровско-Днестровского междуречья в VI—XIII вв. н. э.: Автореф. дис... канд. ист. наук.— Киев, 1976. 18 с.

37. Горный Алтай и его население.— Барнаул: Издание Главного управления Алтайского округа, 1900, т. 1. 360 с.

38. Гофман И. Н. Физико-химические основы металлургии.— М.: Металлургиздат, 1948. 279 с.

39. Грязнов М. П. Древние культуры Алтая.— В кн.: Материалы по изучению Сибири.— Новосибирск: Гос. социально-эконом. изд-во, 1935, вып. 2, с. 3—11.

40. Грязнов М. П. История древних племен Верхней Оби близ села Большая Речка.— МИА, М.: Изд-во АН СССР, 1956, № 48, 166 с.

41. Гумилев Л. Н. Древние тюрки.— М.: Наука, 1967.— 502 с.

42. Гурий М. Ф. К истории металлургии железа в Белоруссии.— Вестн. АН СССР. Сер. гуманитар. наук.— Минск, 1977, № 2, с. 108—114.

43. Гурий М. Ф. Металлургия и кузнечная обработка железа в Белорусском Поднепровье: Автореф. дис... канд. ист. наук.— Вильнюс, 1979. 26 с.

44. Гурий М. Ф. Металлографические исследования железных предметов из Абидни.— СА, 1980, № 4, с. 251—259.

45. Древнетюркский словарь.— Л.: Наука, 1969. 676 с.

46. Дулов В. И. Социально-экономическая история Тувы.— М.: Изд-во АН СССР, 1956. 608 с.

47. Дыренкова Н. П. Культ огня у алтайцев и телеутов.— Сб. Музея антропологии и этнографии.— Л.: Изд-во АН СССР, 1927, т. 6, с. 68—78.

48. Дзвлет М. А., Богданова-Березовская И. В., Терехова Н. Н. Чугунный сосуд из Тувы.— КСИА.— М.: Наука, 1976, вып. 147, с. 122—125.

49. Евтюхова Л. А. Каменные изделия Северного Алтая.— Тр./ГИМ.— М.: Изд-во ГИМ, 1941, вып. 16, с. 119—134.

50. Евтюхова Л. А., Киселев С. В. Отчет о работах Саяно-Алтайской археологической экспедиции в 1935 г.— Тр./ГИМ.— М.: Изд-во ГИМ, 1941, вып. 16, с. 75—117.

51. Евтюхова Л. А. Каменные изделия Южной Сибири и Монголии.— МИА.— М.: Изд-во АН СССР, 1952, № 24, с. 72—120.

52. Елин В. Н., Зиняков Н. М. Разведочные работы в Горном Алтае.— В кн.: Археологические открытия 1976 г.— М.: Наука, 1977, с. 202—203.

53. Елькин М. Г. Поселение позднего железного века у г. Гурьевска.— В кн.: Известия лаборатории археологических исследований.— Кемерово: Кн. изд-во, 1974, вып. 5, с. 119—129.

54. Ефимова А. М. Черная металлургия г. Болгары.— МИА, М.: Изд-во АН СССР, 1956, № 61, с. 292—315.

55. Железорудные месторождения Алтае-Саянской горной области.— М.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 1, кн. 2—601 с.

56. Захаров А. А. Материалы по археологии Сибири: Раскопки академика В. В. Радлова в 1865 г.— Тр./ГИМ.— М.: Изд-во ГИМ, 1926, вып. 1, с. 72—106.

57. Зворыкин А. А. История Горной техники.— М.: Изд-во Моск. горн. ин-та, 1957. 91 с.

58. Зиняков Н. М. Технология производства железных предметов Елькевской коллекции.— В кн.: Южная Сибирь в скифо-сарматскую эпоху.— Кемерово: Кн. изд-во, 1978, с. 106—114.

59. Зиняков Н. М. Исследование памятников черной металлургии в Горном Алтае.— В кн.: Археологические открытия 1977 г.— М., 1978, с. 231—232.

60. Зиняков Н. М. Исследование горно-металлургического центра в Горном Алтае.— В кн.: Археологические открытия 1978 г.— М.: Наука, 1979, с. 225—226.

61. Зиняков Н. М. Металлообработка на Гурьевском поселении.— В кн.: Археология Южной Сибири.— Кемерово: Кн. изд-во, 1969, с. 149—154.

62. Зиняков Н. М. Некоторые особенности металлургии железа в юго-восточном Алтае эпохи раннего средневековья.— В кн.: Проблемы западно-сибирской археологии.— Новосибирск: Наука, 1981, с. 120—123.

63. Исмаилов О. И. Разведка памятников горного дела в республиках Средней Азии.— Тр./Ин-т истории естествозн. и техники.— М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 33, с. 228—248.

64. История Сибири.— Л.: Наука, 1968. 454 с.

65. Карцов В. Г. Ладейное и Ермолаевское городища.— Тр. Секция археологии РАН/ИОН.— М.: РАН/ИОН, 1929, вып. 4, с. 359—367.

66. Кассандров Э. Г. Новые данные по железным рудам Западного Алтая.— В кн.: Новые данные по гранитоидному магматизму и геологии железорудных месторождений Сибири.— Новосибирск: СНИИГГИМС, 1978, с. 22—26.



67. Кирпичников А. Н. Древнерусское оружие.— М.: Наука, 1966, вып. 2, 146 с.
68. Кирпичников А. Н. Снаряжение всадника и верхового конника Руси IX—XIII вв.— Л.: Наука, 1973, 112 с.
69. Киселев С. В. Саяно-Алтайская археологическая экспедиция в 1935 г.— СА, 1936, № 1, с. 282—284.
70. Киселев С. В. Курайская степь и Старобардинский район 1935 г.— В кн.: Археологические исследования в РСФСР 1934—1936 гг.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941, с. 298—304.
71. Киселев С. В. Древняя история Южной Сибири.— М.: Изд-во АН СССР, 1951, 642 с.
72. Кляшторный С. Г. Проблемы ранней истории племени тюрков (ашина).— В кн.: Новое в советской археологии.— М.: Наука, 1968, с. 278—281.
73. Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси.— МИА, М.: Изд-во АН СССР, 1953, № 32, 260 с.
74. Колчин Б. А. Техника обработки металла в древней Руси.— М.: Машгиз, 1953, 160 с.
75. Колчин Б. А. Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого.— МИА, М.: Наука, 1959, № 65, 120 с.
76. Колчин Б. А., Круг О. Ю. Физическое моделирование сыродутного процесса железа.— В кн.: Археология и естественные науки.— М.: Наука, 1965, с. 196—215.
77. Колчин Б. А. Проблемы изучения технологии древнейших производств.— В кн.: Очерки технологии древнейших производств.— М.: Наука, 1975, с. 5—13.
78. Комарова М. Н. Томский могильник — памятник истории древних племен лесной полосы Западной Сибири.— МИА, М.: Изд-во АН СССР, 1952, № 24, с. 7—50.
79. Коробкин В. А. Углежжение.— Свердловск, Москва: Металлургиздат, 1948, 340 с.
80. Королев А. В., Хлебникова Т. А. К вопросу о черной металлургии у волжских болгар.— МИА, М.: Изд-во АН СССР, 1968, № 80, с. 230—252.
81. Кубарев В. Д. Работы в Горном Алтае.— В кн.: Археологические открытия 1975 г.— М.: Наука, 1976, с. 251—255.
82. Кубарев В. Д. Первые работы в долине р. Юстыд.— В кн.: Археологические открытия 1976 г.— М.: Наука, 1977, с. 209—211.
83. Кубарев В. Д. Курганы Юстыда.— В кн.: Археологические открытия 1977 г.— М.: Наука, 1978, с. 242—244.
84. Кубарев В. Д., Зяблицкий С. С., Чевалков Л. М., Гребенников А. В. Разведка в Горном Алтае.— В кн.: Археологические открытия 1977 г.— М.: Наука, 1978, с. 244—245.
85. Кубарев В. Д. Древнетюркский поминальный комплекс на Дьер-Тебе.— В кн.: Древние культуры Алтая и Западной Сибири.— Новосибирск: Наука, 1978, с. 86—98.
86. Кубарев В. Д., Кадиков Б. Х., Чевалков Л. М. Разведки по рекам Аргут, Чуя и Башкаус.— В кн.: Археологические открытия 1978 г.— М.: Наука, 1979, с. 237—239.
87. Кубарев В. Д. Разведки и раскопки на Алтае.— В кн.: Археологические открытия 1979 г.— М.: Наука, 1980, с. 212—213.
88. Кубарев В. Д. Археологические памятники Кош-Агаского района.— В кн.: Археологический поиск.— Новосибирск: Наука, 1980, с. 69—91.
89. Кумекон Б. Е. Государство кимаков IX—XI вв. по арабским источникам.— Алма-Ата: Наука, 1972, 155 с.
90. Кызласов Л. Р. История Тувы в середине века.— М.: Изд-во МГУ, 1969, 211 с.
91. Кызласов Л. Р. Древняя Тува.— М.: Изд-во МГУ, 1979, 121 с.
92. Лашук Л. П. Социальная организация среневековых кочевников.— СЭ, 1967, № 4, с. 25—39.
93. Леньков В. Д. К характеристике чугунных изделий чжурчженских ремесленников XII—XIII вв.— В кн.: Древние культуры Сибири и Тихоокеанского бассейна.— Новосибирск: Наука, 1979.
94. Леньков В. Д., Шека С. А. Опыт выявления сырьевой базы чжурчженской металлургии по данным физико-химических анализов.— СА, 1982, № 1, с. 195—203.
95. Леньков В. Д. Металлургия и металлообработка у чжурчженей в XII в.— Новосибирск: Наука, 1974, 171 с.
96. Малолетко А. М., Плетнева Л. М. Железоделательное производство в позднем средневековье.— В кн.: 250 лет горного производства на Алтае.— Барнаул: Кн. изд-во, 1977, с. 13—15.
97. Мандельштам А. М. Характеристика тюрков IX в. в «Послании Фатху б. Хакану» ал-Джахида.— Тр./Ин-т истории, археол. и этногр.— Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1956, с. 227—250.
98. Марков Г. Е. Кочевники Азии.— М.: Изд-во МГУ, 1976, 317 с.
99. Марков Г. Е. Скотоводческое хозяйство и кочевничество: Дефекции и терминология.— СЭ, 1981, № 4, с. 83—84.
100. Масанов Э. Из истории ремесла казахов.— СЭ, 1958, № 5, с. 31—49.
101. Масао Мори. Политическая структура древнего государства Монголии: 13-й Международный конгресс исторических наук.— М.: Наука, 1970, 8 с.
102. Массон М. Е. К истории черной металлургии Узбекистана.— Ташкент: Госиздат, УзССР, 1947, 62 с.
103. Массон В. М. Экономика и социальный строй древних обществ.— Л.: Наука, 1976, 191 с.
104. Медникова Э. М., Могильников В. А., Уманский А. П., Шемякина А. С., Сергин В. Я. Работы Алейской экспедиции.— В кн.: Археологические открытия 1974 г.— М.: Наука, 1975, с. 222—223.
105. Медникова Э. М., Могильников В. А., Суразаков А. С. Работы на Верхнем Алее.— В кн.: Археологические открытия 1975 г.— М.: Наука, 1976, с. 261—262.
106. Могильников В. А. Елькаевская коллекция Томского университета.— СА, 1968, № 1, с. 263—268.
107. Могильников В. А. Работы Алейской экспедиции.— В кн.: Археологические открытия 1971 г.— М.: Наука, 1972, с. 299—300.
108. Могильников В. А., Конников Б. А., Лунев В. Б., Медникова Э. М., Отт В. В., Уманский А. П., Чагаева А. С. Алейская экспедиция.— В кн.: Археологические открытия 1972 г.— М.: Наука, 1973, с. 229—230.
109. Могильников В. А., Конников Б. А., Литвинович Н. С., Шнырев В. П. Алейская экспедиция.— В кн.: Археологические открытия 1973 г.— М.: Наука, 1974, с. 213—214.
110. Могильников В. А. Работы на Верхнем Алее.— В кн.: Археологические открытия 1976 г.— М.: Наука, 1977, с. 224.



111. Могильников В. А. Тюркское население Северо-Западных предгорий Алтая конца I тыс. н. э. и его связи с Западно-Сибирским лесостепью. — В кн.: Этногенез и этническая история тюркоязычных народов Сибири и сопредельных территорий. — Омск: Омский ун-т, 1970. с. 56—62.
112. Моисеев Г. Устройство английских печей для дела стали. — Горный журнал, 1840, № 5, с. 281—288.
113. Наваан Д. Клад железных предметов из Хара-Хорина. — В кн.: Монгольский археологический сборник. — М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 63—67.
114. Народы Сибири. — М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1956, 1083 с.
115. Никифоров Н. Я. Аносский сборник: Собрание сказок алтайцев. — Записки ЗСОРГО, т. 37. — Омск, 1915. 293 с.
116. Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. — СПб.: Изд-во Императорской Академии наук, 1786, ч. 3, 529 с.
117. Пигулевская Н. В. Сирийские источники по истории народов СССР. — М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 170 с.
118. Плетнева С. А. Кочевники средневековья. — М.: Наука, 1982. 187 с.
119. Побаль Л. Д., Гурин М. Ф. Железные изделия с Таймыра Быхауского района. — Вестн. АН БССР. Сер. гуманитар. наук. — Минск, 1977, № 2, с. 101—103.
120. Потанин Г. Н. Очерки северо-западной Монголии. — СПб., 1883, вып. 4, 1025 с.
121. Потапов Л. П. Очерки истории Ойротин. — Новосибирск: Новосибирский госиздат, 1933. 201 с.
122. Потапов Л. П. Разложение родового строя у племен Северного Алтая. — М.: Л.: Гос. социально-эконом. изд-во, 1935. 121 с.
123. Потапов Л. П. Культурна Алтае. — СЭ, 1946, № 2, с. 145—147.
124. Потапов Л. П. Краткий очерк культуры и быта алтайцев. — Горно-Алтайск: Облгизиздат, 1948. 64 с.
125. Потапов Л. П. Очерки по истории алтайцев. — М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 444 с.
126. Потапов Л. П. О сущности патриархально-феодалных отношений у кочевых народов Средней Азии и Казахстана. — В кн.: Материалы научной сессии, посвященной истории Средней Азии и Казахстана в дооктябрьский период. — Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1955, с. 17—42.
127. Потапов Л. П. Этнический состав и происхождение алтайцев. — Л.: Наука, 1969. 196 с.
128. Потапов Л. П. Древнетюркские черты почитания Неба у саяно-алтайских народов. — В кн.: Этнография народов Алтая и Западной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1978, с. 50—64.
129. Потапов Л. П. К вопросу о древнетюркской основе и датировке алтайского шаманизма. — В кн.: Этнография народов Алтая и Западной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1978, с. 3—36.
130. Путешествия в восточные страны Платона Карпини и Рубрика. — М.: Изд-во АН СССР, 1957. 212 с.
131. Радлов В. В. Сибирские древности. — В кн.: Записки Императорского русского археологического общества. — СПб., 1884, т. 7, с. 147—216.
132. Риттер К. Землеведение Азии. — СПб., 1877. 695 с.
133. Руденко С. И. Алтайская экспедиция. — В кн.: Этнографическая экспедиция 1924—1925 гг. — Л.: Изд-во Гос. Русского Музея, 1926, с. 61—78.
134. Савинов Д. Г. Осинковский могильник на Северном Алтае. — В кн.: Археологические открытия 1970 г. — М.: Наука, 1971, с. 219—220.
135. Савинов Д. Г. Археологические памятники в районе хребта Чихачева. — В кн.: Археологические открытия 1971 г. — М.: Наука, 1972, с. 286—287.
136. Савинов Д. Г. О границах государства енисейских кыргызов в VIII—X вв. — В кн.: Проблемы этногенеза народов Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука, 1973, с. 91—92.
137. Савинов Д. Г. Этнокультурные связи населения Саяно-Алтая в древнетюркское время. — В кн.: Тюркологический сборник 1972 г. — М.: Наука, 1973, с. 339—350.
138. Савинов Д. Г. Об этническом аспекте образования раннеклассовых государств в Центральной Азии и Южной Сибири в эпоху раннего средневековья. — В кн.: Этногенез и этническая история тюркоязычных народов Сибири и сопредельных территорий. — Омск: Омский ун-т, 1979, с. 56—62.
139. Савинов Д. Г. Древнетюркские курганы Узунтала. — В кн.: Археология Северной Азии. — Новосибирск: Наука, 1982, с. 102—122.
140. Семенов Ю. И. Кочевничество и некоторые общие проблемы теории хозяйства и общества. — СЭ, 1982, № 2, с. 48—59.
141. Серошевский В. Л. Якуты. — СПб.: Изд-во Русского географического общества, 1896. 719 с.
142. Сировский И. А., Красовцев Н. И. Очерки по металлургии чулуна. — М.: Металлургиздат, 1947. 490 с.
143. Спаский Г. Сибирский вестник. — СПб., 1819, т. 7. 198 с.
144. Станкус И. История технологии производства железных изделий на территории Литвы во II—XIII вв.: Автореф. дис. ... канд. ист. наук. — Вильнюс, 1971. 32 с.
145. Старостин П. Н., Хомутова Л. С. Железообработка у племен именьковской культуры. — СА, 1981, № 3, с. 208—217.
146. Степи Евразии в эпоху средневековья. — М.: Наука, 1981. 301 с.
147. Стоскова Н. Н. Появление железа и первые способы его получения. — Тр./Ин-т истории естествознания и техники. — М.: Изд-во АН СССР, 1960, т. 33, с. 228—248.
148. Струминский М. Я. Кустарный способ добычи руды и выплавки из нее железа якутами. — Сб. материалов по этнографии якутов. — Якутск: Гос. изд-во, 1948, с. 49—59.
149. Сунчугашев Я. И. Горное дело и выплавка металлов в древней Туве. — М.: Наука, 1969. — 140 с.
150. Сунчугашев Я. И. История горного дела и металлургии в Хакасско-Минусинской котловине (с древнейших времен до XIII в.): Автореф. дис. ... докт. ист. наук. — Новосибирск, 1977. — 38 с.
151. Сунчугашев Я. И. Древняя металлургия Хакасии. — Новосибирск: Наука, 1979. — 191 с.
152. Терехова Н. Н. Технология чугунолитейного дела у древних монголов. — СА, 1974, № 1, с. 69—78.
153. Тихонов Д. И. Хозяйство и общественный строй Уйгурского государства. — М.: Л.: Наука, 1966.



154. Токарев С. А. Докапиталистические пережитки в Ойротии. Л.: Соцгиз, 1936. 154 с.
155. Токарев С. А. Общественный строй якутов XVII—XVIII вв. Якутск: Гос. изд-во, 1945. 410 с.
156. Токарев С. А. Сущность и происхождение магии. — В кн. Исследования и материалы по вопросам первобытных религиозных верований. — М.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 7—75.
157. Токарев С. А. Пережитки родового культа у алтайцев. Тр./Ин-т этнографии. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947, т. 1, с. 139—142.
158. Толыбеков С. Е. Кочевое общество казахов в XVIII—начале XX вв. — Алама-Ата: Наука, 1971. 633 с.
159. Трифонов Ю. И. Об этнической принадлежности погребений с конем древнетюркского времени. — В кн.: Тюркологический сборник 1972 г. — М.: Наука, 1973, с. 351—374.
160. Тюлюпо Б. М. Рудные месторождения. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1976. 176 с.
161. Уилкинсон Г. О железе в отношении приготовления из него стали и особенно булата. — Горный журнал, 1841, № 3, с. 372—380.
162. Уманский А. П. Памятники культуры Алтая. — Барнаул: Алтайск. кн. изд-во, 1959. 158 с.
163. Хоанг Ван Кхоан. Технология изготовления железных и стальных орудий труда Южной Сибири (VII в. до н. э. — XII в. н. э.). — СА, 1974, № 4, с. 110—124.
164. Хоанг Ван Кхоан. Черная металлургия и металлообработка в Южной Сибири от начала железного века до монгольской эпохи. Автореф. дис. ... канд. ист. наук. — М., 1974. 31 с.
165. Хомутова Л. С. Металлообработка на поселениях дьяковской культуры. — СА, 1978, № 2, с. 62—77.
166. Хомутова Л. С. Техника кузнечного ремесла в древнерусском городе Серенске (вторая половина XII—XIV вв.). — СА, 1973, № 1, с. 216—225.
167. Худяков Ю. С. Опыт типологической классификации конечников стрел енисейских кыргызов. — В кн.: Соотношение древних культур Сибири с культурами сопредельных территорий. — Новосибирск: Наука, 1975, с. 310—326.
168. Чанчибаева Л. Д. О современных пережитках у алтайцев. — В кн.: Этнография народов Алтая и Западной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1978, с. 90—103.
169. Чихачев П. А. Путешествие в Восточный Алтай. — М.: Наука, 1974. 360 с.
170. Швецова М. Алтайские калмыки. — ЗСОИРГО. — Омск, 1898, вып. 23, с. 1—34.
171. Шрамко Б. А., Солнцев Л. А., Фомин Л. Д. Техника обработки железа в лесостепной Скифии. — СА, 1963, № 4, с. 36—74.
172. Шрамко Б. А. Орудия скифской эпохи для обработки железа. — СА, 1969, № 3, с. 53—69.
173. Шрамко Б. А., Солнцев Л. А., Фомин Л. Д. Новые исследования техники обработки железа в Скифии. — СА, 1971, № 4, с. 140—152.
174. Шрамко Б. А. К истории развития древней металлургии и металлообработки железа. — В кн.: Вопросы истории естествознания и техники. — М.: Наука, 1976, вып. 3, с. 49—54.
175. Шрамко Б. А., Фомин Л. Д., Солнцев Л. А. Начальная

этап обработки железа в Восточной Европе (доскифский период). — СА, 1977, № 1, с. 57—74.

176. Юриш В. По следам усчлар. — Огни Кузбасса, 1968, № 2, с. 5—8.

177. Ядринцев Н. М. Об алтайцах и черневых татарах. — СПб., 1881. 27 с.

178. Ядринцев Н. М. Сибирские инородцы, их быт и современное положение. — СПб., 1891. 308 с.

179. Bilenin K. Starozytné gornictwo i hutnictwo zelaza w gorach Swientokrzyskich. — Warszawa; Krakow, 1974. — 279 S.

180. Gmelin J. Reise durch Sibirien von dem Jahre 1733. — Göttingen, 1751.

181. Pleiner R. Stare evropske kowarstvi. — Praha, 1962. — 331 S.

182. Tulcote R. Metallurgi in arheologu. — London, 1962. — 368 p.

183. Radloff W. Aus Sibirien. — Leipzig, 1884, Bd I.



## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АО — Археологические открытия.

ГИМ — Государственный исторический музей.

ГЭ — Государственный Эрмитаж.

ЗСГУ — Западно-Сибирское геологическое управление.

ЗЗСОИРГО — Записки Западно-Сибирского отдела Императорского  
Русского географического общества.

КСИА — Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях  
Института археологии АН СССР.

МИА — Материалы и исследования по археологии СССР.

СА — Советская археология.

СНИИГГИМС — Сибирский научно-исследовательский институт геоло-  
гии, геофизики и минерального сырья.

СЭ — Советская этнография.

## ПРИЛОЖЕНИЕ



## ОПИСАНИЕ МИКРОСТРУКТУР

## Ножи

Анализ 30. Нож, Яконур, № 1554/43. Шлиф сделан на  $\frac{1}{2}$  поперечного сечения лезвия ножа. Микроструктурным исследованием обнаружена неоднородная структура шлифа. Вдоль боковых сторон, разделенные сварочным швом хорошего качества, фиксируются две феррито-перлитные зоны с различным содержанием углерода (0,1—0,2% и 0,4—0,6%). В низкоуглеродистой зоне наблюдаются прерывистые сварочные швы — результат пакетирования заготовки. Металл хорошего качества, мелкозернистый. Вывод: нож откован методом сварки высокоуглеродистой и низкоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 33. Нож, Кудыргэ, № 2280/49. Шлиф сделан на  $\frac{1}{2}$  поперечного сечения лезвия. Микроструктурное исследование показало на большей части шлифа структуру феррита (балл зерна 7, ГОСТ 5639—65). Вдоль одной из сторон расположен слой перлита, постепенно переходящий к центру шлифа, в феррито-перлит. Металл хорошего качества, мелкозернистый, шлаковых включений немного. Микротвердость феррито-перлита — 160 кг/мм<sup>2</sup>, перлита — 297 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: нож откован из железа с дальнейшим науглероживанием одной из сторон. После цементации изделие не подвергалось проковке (остались следы перегрева).

Анализ 35. Нож, Кудыргэ, № 2280/47. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. При микроструктурном исследовании на большей части шлифа обнаружена перлитная структура, постепенно переходящая у спинки ножа в тонкодисперсный перлит с цементитной сеткой. На острие наблюдается структура мелкоиглочатого мартенсита с незначительными участками разорванной цементитной сетки. Содержание углерода 0,8—1%. Металл низкого качества, в плоскости шлифа наблюдаются крупные примеси шлака. Микротвердость металла 324 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: нож откован из высокоуглеродистой стали. Острие ножа подвергнуто местной закалке.



Анализ 58. Нож, Осинковский могильник, № 2473/4. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия ножа. Микроструктурный анализ показал структуру перлита, перлита с цементитом. Содержание углерода 0,8—0,9%. Металл хорошего качества, мелкозернистый, шлаковых включений немного. Вывод: нож откован из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 71. Нож, Ближние Елбаны, № 1622/13. Шлиф сделан на полном поперечном сечении лезвия ножа. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл хорошего качества, мелкозернистый, шлаковых включений мало. Вывод: нож откован из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 183. Заготовка ножа, Курай 3, № 78209/108. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка ножа. Микроструктурным исследованием обнаружена однородная феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1%. Металл мелкозернистый, хорошего качества, шлаковых включений в плоскости шлифа немного. Вывод: заготовка ножа откована из низкоуглеродистой хорошо прокованной стали.

Анализ 204. Нож, Туэкта, № 79601/78. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. Микроструктурным исследованием обнаружена неоднородная структура шлифа. В середине шлифа наблюдается структура феррита, вдоль обеих сторон шлифа располагаются слои цементации. Металл низкого качества, имеет большое количество шлаковых примесей. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Микротвердость феррита 128 кг/мм<sup>2</sup>, микротвердость в науглероженном слое достигает 221 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: нож откован из мягкого железа. Готовое изделие подверглось двухсторонней поверхностной цементации. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 213. Нож, Гилево 9, № 1\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа, местами переходящая в перлит. У острия наблюдается зона со следами среднегальчатого мартенсита, тростита и феррита. Содержание углерода 0,3—0,8%. Металл мелкозернистый, хорошего качества, с незна-

чительным количеством шлаковых примесей. Микротвердость феррито-перлитной структуры 158—181 кг/мм<sup>2</sup>, мартенсита — 557—644 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: нож откован из неравномерно науглероженной стали. Лезвие ножа подвергнуто местной закалке.

Анализ 214. Нож, Гилево 9, № 2\*. Шлиф сделан на  $\frac{2}{3}$  поперечного сечения ножа. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа. На большей части шлифа располагается структура мартенсита и феррита, на остальной части — среднегальчатого мартенсита. Металл мелкозернистый, низкого качества, очень загрязнен примесями шлака. Вывод: нож откован из неравномерно науглероженной стали. Готовое изделие закалено в холодной воде\*.

Анализ 295. Нож, Гурьевское поселение, № 961. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. При микроструктурном исследовании на поверхности шлифа обнаружена феррито-перлитная структура. Содержание углерода в металле колеблется от 0,3 до 0,7%. Металл чистый, мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: нож откован целиком из неравномерно науглероженной стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 296. Нож, Гурьевское поселение, № 648. Шлиф сделан на  $\frac{1}{2}$  поперечного сечения лезвия ножа. Микроструктурное исследование показало однородную структуру тростита. В середине шлифа наблюдается сварочный шов, образовавшийся в результате пакетирования металла. Шов широкий, забит шлаком. Металл хорошего качества, в плоскости шлифа имеется небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: нож откован из стали. Готовое изделие подверглось термообработке.

Анализ 297. Нож, Гурьевское поселение, № 846. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,5 до 0,7%. Незначительная часть острия обезуглерожена в ходе кузнечной обработки. Металл хорошего качества, шлаковых включений почти не имеет. Вывод: нож откован из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 299. Нож, Гурьевское поселение, № 666. Шлиф

\* Номера со знаком «\*» отсутствуют в коллекции. Они проставлены автором для удобства в работе с материалом.



сделан на поперечном сечении лезвия. Микроструктурное исследование на большей части шлифа показало ферритную структуру. Вдоль одной из сторон располагается тонкий слой феррито-перлитной структуры. Судя по распределению углерода, это остатки цементации. Металл низкого качества, очень загрязнен мелкими и крупными примесями шлака. Вывод: нож откован из кричного железа. Готовое изделие подверглось односторонней поверхностной цементации. Качество предварительной обработки металла невысокое.

Анализ 299а. Нож, Гурьевское поселение, № 666. Шлиф сделан на поперечном сечении спинки. Микроструктурным исследованием на большей части шлифа обнаружена структура феррита. Вдоль одной из сторон располагается тонкий слой феррито-перлитной структуры. Судя по распределению углерода, это остатки цементации. Металл низкого качества, очень загрязнен мелкими и крупными шлаковыми примесями. Вывод: нож откован из кричного железа. Готовое изделие подверглось односторонней поверхностной цементации. Качество предварительной обработки металла невысокое.

Анализ 301. Нож, Гурьевское поселение, № 876. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. При микроструктурном исследовании обнаружена неоднородная структура шлифа. На большей части шлифа наблюдается структура троостита с ферритом. Микротвердость 193—336 кг/мм<sup>2</sup>. У спинки описанная структура переходит в структуру скрытонольчатого мартенсита. Микротвердость — 840—942 кг/мм<sup>2</sup>. На лезвии расположена зона феррита, образовавшаяся в результате обезуглероживания металла в процессековки. Вывод: нож откован из стали и закален.

Анализ 304. Нож, Гурьевское поселение, № 698. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ножа. Микроструктурный анализ показал в основе шлифа структуру феррита. Вдоль одной из сторон располагается феррито-перлитная структура. Содержание углерода 0,4—0,6%. Обе структуры разделены сварочным швом. Сварочный шов на большей части шлифа чистый и ровный. Металл мелкозернистый, низкого качества, очень загрязнен шлаковыми примесями. Вывод: нож откован техникой сварки двух полос — железа и стали.

Анализ 306. Нож, Гурьевское поселение, № 590. Шлиф

сделан на полном поперечном сечении ножа. Микроструктурный анализ показал в основе шлифа структуру феррита. Вдоль одной из сторон располагается феррито-перлитная структура. Содержание углерода 0,4—0,6%. Обе структуры разделены сварочным швом. Сварочный шов на большей части шлифа чистый и ровный. Металл мелкозернистый, низкого качества, очень загрязнен шлаковыми примесями. Вывод: нож откован техникой сварки двух полос — железа и стали.

Анализ 306. Нож, Гурьевское поселение, № 590. Шлиф сделан на 1/2 поперечного сечения лезвия. Микроструктурное исследование показало в основе шлифа структуру феррита. Вдоль одной из сторон, несколько не достигая края лезвия, располагается науглероженный слой. Металл среднего качества, загрязнен включениями шлака, вытянутыми по линииковки. Вывод: нож откован из мягкого железа. Для улучшения рабочих качеств изделие подвергли односторонней поверхностной цементации. В ходе функционирования ножа, из-за неоднократной заточки, науглероженный слой частично износился.

## Мечи

Анализ 49. Меч, Кудыргэ, № 4150/107. Шлиф сделан на полном поперечном сечении клинка меча. Микроструктурным исследованием обнаружена однородная структура феррита. Микротвердость 97—112 кг/мм<sup>2</sup>. Металл хорошего качества, шлаковых включений почти не имеет. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного (балл 2—6, ГОСТ 5639—65). Вывод: меч откован из чистого железа. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 69. Меч, Ближние Елбаны-5, № 1621/6. Шлиф сделан на 2/3 поперечного сечения клинка меча. Микроструктурный анализ показал в основе шлифа структуру феррита. Металл крупнозернистый, низкого качества, очень загрязнен крупными и мелкими примесями шлака. Балл зерна колеблется от 3 до 5 единиц (ГОСТ 5639—65). Лезвие, имеющее стальную структуру, закалено на мартенсит. Вывод: меч откован из кричного железа. Для улучшения рабочих качеств изделия лезвие меча подвергли науглероживанию. Последней операцией явилась закалка изделия в холодной воде.



Анализ 76. Меч, Ближние Елбаны-7, № 1623/291. Шлиф сделан на полном поперечном сечении меча. Микроструктурным исследованием обнаружена однородная структура феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются крупные примеси шлака. Вывод: меч откован из кричного железа. Ввиду большой коррозии изделия невозможно установить, подвергался ли меч дополнительно поверхностной цементации.

Анализ 266. Меч, Сrostки, № 849/62. Шлиф сделан на полном поперечном сечении клинка меча. При микроструктурном исследовании обнаружена однородная ферритная структура шлифа. Металл низкого качества, очень загрязнен шлаковыми примесями. Зерна металла крупные. Вывод: меч откован из кричного железа. При ковке меча был допущен перегрев металла. В результате сильной коррозии изделия установить наличие какой-либо дополнительной технологической операции не удалось.

Анализ 276. Меч, Сrostки, № 849/21. Шлиф сделан на полном поперечном сечении клинка меча. Микроскопическое исследование поверхности шлифа показало однородную структуру феррита. Металл низкого качества, сильно загрязнен мелкими и крупными примесями шлака. Вывод: меч откован из кричного железа, без особой предварительной обработки заготовки металла.

Анализ 278. Меч, Сrostки, № 851/3. Шлиф сделан на полном поперечном сечении клинка меча. Микроструктурным анализом поверхности шлифа обнаружена неоднородная структура. В основе шлифа наблюдается структура феррита с небольшими зонами феррито-перлитной структуры (содержание углерода 0,1%). Вдоль одной из сторон шлифа располагается феррито-перлитная структура. Содержание углерода в ней достигает 0,7%. Зона феррито-перлитной структуры переходит в феррит плавно, резкой границы между структурами не наблюдается. Металл средней зернистости, низкого качества, загрязнен примесями шлака. Вывод: меч откован из кричного железа. Готовое изделие подверглось односторонней поверхностной цементации. Качество кузнечной обработки низкое.

Анализ 322. Сабля, Славянка, № 322. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения лезвия. При микроструктурном исследовании на поверхности шлифа обнаружена неоднородная структура шлифа. В основе шлифа выявлена структура неравномерно науглероженной стали. Содержание углерода 0,1—0,3%. Вдоль одной из сторон расположен науглероженный слой. Концентрация углерода в нем достигает 0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Металл содержит небольшое количество мелких шлаковых примесей. Вывод: сабля откована из неравномерно науглероженной стали. Для улучшения рабочих качеств изделие подверглось односторонней поверхностной цементации. Качество кузнечной обработки хорошее.

### Наконечники копий

Анализ 80. Наконечник копья, Ближние Елбаны-8, № 1624/2. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения лезвия. При микроструктурном исследовании в основе шлифа обнаружена структура феррита с небольшими включениями перлита. Вдоль одной из сторон, с выходом на лезвие, располагается науглероженный слой. Содержание углерода в нем достигает 0,8%. В плоскости шлифа наблюдаются прерывистые сварные швы, образовавшиеся в результате пакетирования металла. Металл мелкозернистый, низкого качества, имеет крупные примеси шлака. Микротвердость металла 170—236 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: наконечник копья откован из кричного железа. Готовое изделие подверглось односторонней поверхностной цементации.

Анализ 279. Наконечник копья, Сrostки, № 465/21. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения пера копья. Микроскопический анализ показал неоднородную структуру шлифа. С одной стороны вдоль шлифа располагается феррито-перлитная структура. Содержание углерода в ней достигает 0,8%. Структура высокоуглеродистой стали постепенно переходит в структуру феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается много шлаковых примесей. Вывод: наконечник копья откован из кричного железа. Готовое изделие подвергнуто односторонней поверхностной цементации.



Анализ 81. Кистень, Ближние Елбаны-8, № 1624/25. Шлиф сделан в нижней части кистеня. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,1—0,3%. В плоскости шлифа наблюдаются длинные прерывистые сварные швы плохого качества, образовавшиеся в результате сварки отдельных кусков металла, с целью получения массивной заготовки. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: кистень откован из низкоуглеродистой сырьевой стали.

### Наконечники стрел

Анализ 1. Наконечники стрелы, Яконур, № 1554/85. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка стрелы. Микроструктурное исследование поверхности шлифа показало однородную структуру феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества, очень загрязнен примесями шлака. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 3. Заготовка для наконечника стрелы, Яконур, № 1554/33. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения заготовки. При микроструктурном анализе обнаружена однородная структура феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается большое количество шлаковых примесей. Вывод: заготовка откована из кричного железа.

Анализ 27. Наконечник стрелы, Яконур, № 1554/91. Шлиф сделан на поперечном сечении пера наконечника стрелы. Микроскопическим анализом обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Углерод в металле распределен неравномерно. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл среднего качества, загрязнен мелкими примесями шлака, вытянутыми по линииковки. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из низкоуглеродистой сырьевой стали.

Анализ 104. Наконечник стрелы, Бар-Баргузы-2, № 28\*. Шлиф сделан на поперечном сечении черешка на-

конечника стрелы. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл средней зернистости, невысокого качества. В плоскости шлифа наблюдаются поры и примеси шлака. Вывод: наконечник стрелы откован из низкоуглеродистой стали.

Анализ 159. Черешок трехлопастного наконечника стрелы, Туэкта, № 9-179. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка. При микроструктурном исследовании в основе шлифа обнаружена структура перлита с небольшой зоной феррито-перлитной структуры. Содержание углерода 0,8%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируются крупные и мелкие примеси шлака. Вывод: наконечник стрелы откован из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 160. Наконечник стрелы, Узунтал-1. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка. Микроструктурным анализом обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из высокоуглеродистой стали.

Анализ 161. Наконечник стрелы, Узунтал-1, № 7323/2. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка стрелы. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,5—0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: наконечник стрелы откован из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 162. Наконечник стрелы, Узунтал-1, № 7327/4. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка наконечника стрелы. Микроструктурный анализ показал ферритную структуру шлифа. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются многочисленные примеси шлака. Вывод: наконечник стрелы откован из кричного железа.

Анализ 163. Наконечник стрелы, Узунтал-8, № 7380. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка наконечника стрелы. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,3%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа много шлаковых примесей, вытянутых по линииковки. Вывод: наконечник стрелы



изготовлен из низкоуглеродистой стали плохого качества.

Анализ 164. Наконечник стрелы, Тал-Дура, № 1\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лопасти наконечника стрелы. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из высокоуглеродистой стали.

Анализ 165. Наконечник стрелы, Тал-Дура, № 2\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лопасти наконечника стрелы. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,5%. У поверхности шлифа, в результате обезуглероживания, отмечено пониженное содержание углерода. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: наконечник стрелы откован из среднеуглеродистой стали.

Анализ 166. Наконечник стрелы, Тал-Дура, № 3\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лопасти наконечника стрелы. Микроструктурным анализом обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,5—0,6%. У поверхности наблюдается небольшая обезуглероженный слой. Металл мелкозернистый, хорошего качества, имеет небольшое количество примесей шлака. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из среднеуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 167. Наконечник стрелы, Тал-Дура, № 4\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лопасти наконечника стрелы. Микроструктурным исследованием обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдается небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: наконечник стрелы откован из низкоуглеродистой стали.

Анализ 168. Наконечник стрелы, Тал-Дура, № 5\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лопасти стрелы. Микроструктурное исследование выявило феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируются мелкие примеси шлака. Вывод: наконечник стрелы откован из низкоуглеродистой стали.

Анализ 169. Наконечник стрелы, Тал-Дура, № 6\*

Шлиф сделан на поперечном сечении лопасти наконечника стрелы. Микроструктурное исследование показало ферритную структуру шлифа. В плоскости шлифа видны сварочные швы хорошего качества — результат пакетирования металла. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: наконечник стрелы откован из мягкого железа.

Анализ 205. Наконечник стрелы, Туэкта, № 79601. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка стрелы. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура с небольшими обезуглероженными зонами у поверхности. Содержание углерода 0,1%. Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются мелкие и крупные примеси шлака. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из низкоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки низкое.

Анализ 221. Наконечник стрелы, Гилево, 13, № 3\*. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения наконечника стрелы. При микроструктурном исследовании в основе шлифа обнаружена структура феррита. У поверхности наблюдается небольшая зона феррито-перлитной структуры (содержание углерода 0,1—0,3%). Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются шлаковые примеси. Вывод: наконечник стрелы откован из кричного железа.

Анализ 222. Наконечник стрелы, Гилево 13, № 1\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка наконечника стрелы. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,3%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируются мелкие и крупные примеси шлака. Вывод: наконечник стрелы откован из низкоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 223. Наконечник стрелы, Гилево 13, № 2\*. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения наконечника стрелы. Микроскопическим анализом выявлена ферритная структура шлифа. Металл низкого качества, содержит повышенное количество шлаковых примесей. Величина зерна колеблется от среднего до крупного. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из кричного, плохо прокованного железа.



Анализ 226. Наконечник стрелы, Гилево 13, № 4. Шлиф сделан на полном поперечном сечении наконечника стрелы. При микроструктурном исследовании обнаружена ферритная структура шлифа с небольшими зонами феррито-перлитной структуры (содержание углерода 0,1—0,2%). Металл низкого качества, крупнозернистый, с многочисленными крупными и мелкими примесями шлака. Вывод: наконечник стрелы откован из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 290. Наконечник стрелы, Гурьевское поселение, № 835. Шлиф сделан на поперечном сечении ударной части наконечника стрелы. При микроскопическом исследовании в плоскости шлифа обнаружена феррито-перлитная структура. Распределение углерода неравномерное. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,6%. Металл мелкозернистый, низкого качества, имеет повышенное содержание шлаковых примесей. Вывод: наконечник стрелы изготовлен из низкоуглеродистой стали. Готовое изделие подверглось односторонней поверхностной цементации.

Анализ 303. Наконечник стрелы, Гурьевское поселение, № 945. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения наконечника стрелы. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа. В середине шлифа фиксируется структура феррита, по обеим сторонам от нее располагается структура троостита. Металл хорошего качества, мелкозернистый. Шлаковых включений в металле незначительное количество. Вывод: наконечник стрелы откован из мягкого железа. Готовое изделие было подвергнуто двухсторонней поверхностной цементации. Последней операцией явилась термическая обработка — закалка.

### Топоры-тесла

Анализ 59. Тесло, Осинковский могильник, № 2473/66. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа. С одной стороны шлифа располагается перлитная структура, с другой — феррито-перлитная (содержание углерода 0,1%). Обе структуры разделены сварочным швом невысокого качества. Металл низкого ка-

чества, очень загрязнен шлаковыми примесями. Вывод: тесло отковано из низко- и высокоуглеродистой стали методом сварки двух полос. Качество кузнечной обработки металла низкое.

Анализ 60. Тесло, Осинковский могильник, № 2473/129. Шлиф сделан на поперечном сечении втулки. Микроструктурным анализом выявлена феррито-перлитная структура шлифа с небольшой зоной феррита. Содержание углерода 0,2—0,4%. Металл среднего качества, мелкозернистый. В плоскости шлифа наблюдаются примеси шлака, вытянутые по линииковки. Вывод: тесло отковано из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 61. Тесло, Осинковский могильник, № 2473/161. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,3%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Микротвердость 181 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: тесло изготовлено из низкоуглеродистой стали.

Анализ 62. Тесло, Осинковский могильник, № 2473/209. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. Микроструктурное исследование показало однородную структуру бейнита. Металл мелкозернистый, среднего качества. Шлаковые включения мелкие, вытянутые вдоль направленияковки. Микротвердость 356—376 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: тесло отковано из стали с термической обработкой.

Анализ 70. Тесло, Ближние Елбаны-5, № 1621/14. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. При микроструктурном исследовании обнаружена структура чистого феррита с включениями перлита. Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество крупных и мелких включений шлака. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Вывод: тесло отковано из кричного металла. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 73. Тесло, Ближние Елбаны-7, № 1623/135. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. Микроструктурное изучение показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,5—0,6%. Металл средней зернистости, хорошего качества. Шлаковых включений незначительное количество. Вывод: тесло изготовлено из среднеуглеродистой стали. Качество обработки металла хорошее.



Анализ 98. Тесло, Бар-Баргузы-2, курган 20, № 1. Шлиф сделан на поперечном сечении втулки. Микроскопическое исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,2 до 0,5%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа видны мелкие примеси шлака. Вывод: тесло отковано из неравномерно науглероженной сырой стали.

Анализ 158. Топор, Узунтал-5, № 7346. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. При микроструктурном исследовании в основе шлифа обнаружена ферритная феррито-перлитная структура с невысоким содержанием углерода (0,1—0,2%). По краям шлифа наблюдаются 2 науглероженных слоя, частично уничтоженных коррозией. Металл мелкозернистый, среднего качества, имеет небольшое количество шлаковых примесей, вытянутых по направлениюковки. Микротвердость основы 135 кг/мм<sup>2</sup>, микротвердость цементированного слоя 206 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: топор изготовлен из мягкой, низкоуглеродистой стали. Готовое изделие подверглось двухсторонней поверхностной цементации. Качество кузнечной обработки металла высокое.

Анализ 231. Тесло, Карболиха-7, № 3\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. Микроструктурным исследованием обнаружена феррито-перлитная структура. Структура стали имеет видманштетеновый характер. Содержание углерода 0,1%. Металл очень чистый, почти не содержит шлаковых примесей. Вывод: тесло изготовлено из низкоуглеродистой стали. Крупнозернистая видманштетеновая структура свидетельствует о перегреве металла в процессековки, в результате чего произошло ухудшение механических свойств изделия.

Анализ 268. Тесло, Сростки, № 849/21. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. Микроскопическим анализом на большей части шлифа выявлена феррито-перлитная структура. У поверхности наблюдаются небольшие обезуглероженные зоны. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества, содержит небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: тесло отковано из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 269. Тесло, Сростки, № 849/49. Шлиф сделан

на поперечном сечении лезвия. При микроструктурном исследовании на поверхности шлифа обнаружена однородная феррито-перлитная структура. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл мелкозернистый, содержит небольшое количество мелких и крупных включений шлака, вытянутых по линииковки. Вывод: тесло отковано из низкоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 270. Тесло, М.-Угренево, № 831/89. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. Микроскопическое исследование показало феррито-перлитную структуру с неоднородным распределением углерода. Содержание углерода колеблется от 0,4 до 0,7%. В плоскости шлифа наблюдаются прерывистые сварочные швы — результат «пакетирования» заготовки металла. Металл мелкозернистый, низкого качества, содержит большое количество шлаковых примесей. Вывод: тесло изготовлено из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 275. Тесло, Фоминское, № 846/85. Шлиф сделан на поперечном сечении лезвия. При микроструктурном исследовании обнаружена однородная феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,3%. Металл мелкозернистый, хорошего качества, содержит небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: тесло изготовлено из низкоуглеродистой стали. Качество обработки металла хорошее.

### Землеобрабатывающие орудия

Анализ 122. Сошник, Юстыд, № 31\*. Шлиф сделан на поперечном сечении втулки. При микроскопическом исследовании обнаружена структура белого чугуна, состоящего из тонкопластинчатого перлита и цементита. Металл загрязнен неметаллическими включениями (сульфидами). Определение серы проводилось по отпечатку Баумана. Шлаковые примеси очень мелкие. Вывод: сошник отлит из низкоуглеродистого белого чугуна.

Анализ 123. Лемех, Юстыд, № 30\*. Шлиф сделан на поперечном сечении рабочей части лемеха. Микроструктурным исследованием выявлена структура низкоуглеродистого белого чугуна, состоящего из сорбитообразного и тонкопластинчатого перлита и цементита, а также участ-



ков ледебурита. Неметаллические включения — сульфиды. Определение серы проводилось по отпечатку Баумана. Вывод: лемех отлит из низкоуглеродистого белого чугуна.

Анализ 209. Наконечник для андызына, Табажен. № 3392/1. Шлиф сделан на поперечном сечении втулки. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. У поверхности наблюдается характерное видманштеттеново строение. Содержание углерода 0,1—0,4%. Металл мелкозернистый (балл 8—9, ГОСТ 5639—65), хорошего качества. Микротвердость металла 160—195 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: наконечник андызына изготовлен из низкоуглеродистой стали. В ходе обработки металла был допущен перегрев.

### Стамески

Анализ 194. Стамеска, Курай-4, № 78209/432. Шлиф сделан на полном поперечном сечении лезвия. Микроскопический анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Перлит по сечению пластинчатый и сорбитообразный. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит крупные примеси шлака. Микротвердость 301 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: стамеска откована из высокоуглеродистой стали.

Анализ 298. Стамеска, Гурьевское поселение, № 148. Шлиф сделан на полном поперечном сечении лезвия. При микроструктурном исследовании в основе шлифа обнаружена структура феррита (величина зерна 10 баллов, ГОСТ 5639—65). Вдоль одной из сторон, выходя на лезвие, располагается структура крупноиглычатого мартенсита и троостита. Металл среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются шлаковые примеси, вытянутые по линииковки. Вывод: стамеска изготовлена из мягкого железа. Готовое изделие было подвергнуто односторонней поверхностной цементации. Последней операцией явилась закалка изделия в холодной воде.

### Напильники

Анализ 52. Напильник, Катанда, № 4390/6. Шлиф сделан на полном поперечном сечении черешка напиль-

ника. Микроструктурным исследованием обнаружена перлитная структура шлифа с небольшой зоной феррито-перлитной структуры. Металл низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется большое количество шлаковых примесей. Вывод: напильник изготовлен из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла низкое.

Анализ 53. Напильник, Катанда, № 4390/7. Шлиф сделан на полном поперечном сечении полотна напильника. При микроструктурном исследовании шлифа выявлена однородная структура мартенсита с небольшими участками феррита. Металл хорошего качества, шлаковых включений почти не имеет. Микротвердость 724 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: напильник изготовлен из стали и закален в холодной воде.

Анализ 156. Напильник, Узунтал-5, № 7347. Шлиф сделан на полном поперечном сечении полотна напильника. Микроструктурное исследование в плоскости шлифа обнаружило структуру мартенсита с различным количеством феррита. Микротвердость 658—795 кг/мм<sup>2</sup>. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: напильник откован из неравномерно науглероженной стали. Последней операцией была закалка напильника в холодной воде. Качество кузнечной обработки металла высокое.

Анализ 167. Напильник, Узунтал-1, № 7327/3. Шлиф сделан на полном поперечном сечении полотна напильника. Микроскопическое исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются шлаковые примеси. Вывод: напильник изготовлен из высокоуглеродистой стали. Сильная коррозия металла не позволила выяснить, применялась ли поверхностная цементация для улучшения рабочих качеств напильника.

### Орудия ювелира

Анализ 292. Молоточек, Гурьевское поселение, № 292\*. Шлиф сделан на 1/2 поперечного сечения молоточка. В ходе микроструктурного исследования на поверхности шлифа выявлена структура феррита с небольшой зоной феррито-перлитной структуры. Металл средней зернис-



тости. Очень загрязнен мелкими и крупными примесями шлака. Микротвердость 108 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: молоточек откован из кричного железа, без особой предварительной обработки заготовки металла.

Анализ 302. Чекан, Гурьевское поселение, № 838. Шлиф сделан на полном поперечном сечении чекана. При микроструктурном исследовании на поверхности шлифа обнаружена структура феррита с небольшой зоной феррито-перлитной структуры. Содержание углерода в ней достигает 0,1—0,2%. В зоне с феррито-перлитной структурой наблюдаются иглы нитридов железа. По середине шлифа проходит зигзагообразный сварочный шов плохого качества. Сварочный шов широкий, забит шлаком. Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество шлаковых примесей. Микротвердость 116 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: чекан изготовлен из кричного железа. Качество кузнечной обработки металла низкое.

### Шилья

Анализ 155. Шило, Узунтал-8, № 7379. Шлиф сделан на полном поперечном сечении острия. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа с небольшими обезуглероженными зонами у поверхности. Содержание углерода 0,5—0,6%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Шлаковых включений незначительное количество. Вывод: шило изготовлено из среднеуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 179. Предмет неизвестного назначения с шильевидным острием, Курай-2, № 78208/17. Шлиф сделан на полном поперечном сечении острия. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,4%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа отмечено повышенное количество крупных и мелких примесей шлака. Вывод: поковка изготовлена из низкоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла невысокое.

Анализ 293. Шило, Гурьевское поселение, № 820. Шлиф сделан на полном поперечном сечении изделия. Микро-

структурное исследование на всей поверхности шлифа показало феррито-перлитную структуру. Содержание углерода 0,7%. Металл чистый, мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: шило отковано из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки высокое.

Анализ 300. Шило, Гурьевское поселение, № 825. Шлиф сделан на полном поперечном сечении острия. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа, местами переходящая в феррит. Содержание углерода колеблется от 0 до 0,5%. Металл среднего качества. В плоскости шлифа фиксируются шлаковые примеси. Вывод: шило изготовлено из неравномерно науглероженной стали. В результатековки у поверхности произошло частичное обезуглероживание стали.

### Кресала

Анализ 142. Кресало, Узунтал-1, № 7320. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кресала. При микроструктурном исследовании обнаружена структура сорбитообразного перлита и карбиды железа. В центре шлифа (занимая 1/2 часть шлифа) располагается сварочный шов. Сварочный шов плохого качества, забит шлаком, образовался в ходековки заготовки металла. Металл мелкозернистый, среднего качества, загрязнен мелкими шлаковыми примесями. Микротвердость перлита 285 кг/мм<sup>2</sup>. Для дальнейшего исследования образец был подвергнут отжигу при температуре 950°. После отжига металл приобрел структуру неравномерно науглероженной стали. Содержание углерода колеблется от 0,2 до 0,7%. Вывод: кресало отковано из неравномерно науглероженной стали. Качество кузнечной обработки невысокое.

Анализ 208. Кресало, Тузкта, № 79601/169. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кресала. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа отмечены шлаковые примеси. Вывод: кресало изготовлено из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла невысокое.



## Посуда

Анализ 72. Ручка с фрагментом сковороды (жаровни?), Ближние Елбаны-6, № 1622/27. Шлиф сделан на поперечном сечении ручки. Микроструктурным исследованием обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество крупных шлаковых примесей, вытянутых по направлениюковки. Вывод: сковорода откована из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 121. Сосуд, Усть-Улаган, № 29\*. Шлиф сделан на поперечном сечении дна сосуда. Микроструктурное исследование показало структуру половинчатого чугуна, состоящую из микроструктур белого и серого чугуна. Графитные частицы пластинчатые и хлопьевидные. Металл среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются примеси шлака. Вывод: сосуд отлит из белого чугуна. В ходе эксплуатации изделия при высокой температуре произошел частичный процесс графитизации.

Анализ 175. Фрагмент сосуда, Курай-1, № 79601/260. Шлиф сделан на поперечном сечении фрагмента. Микроскопический анализ показал структуру доэвтектоидного белого чугуна, состоящую из пластинчатого перлита и цементита. Цементит расположен в виде разорванной сетки. На нетравленном шлифе отмечено большое количество газовых пор и неметаллических включений (сульфидов). Определение серы проводили по отпечатку Баумана. Вывод: сосуд отлит из низкоуглеродистого белого чугуна.

## Поясной набор

Анализ 170. Поясная накладка, Тал-Дура, № 9\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лицевой части накладки. При микроструктурном исследовании на поверхности шлифа обнаружена структура феррита с включением нитридов железа. Структура по всему сечению однородная, зерна полиэдрические. Четко видны линии скольжения в зернах. Металл средней зернистости, среднего качества.

В плоскости шлифа наблюдаются примеси шлака. Вывод: поясная накладка изготовлена из мягкого железа.

Анализ 171. Поясная накладка, Тал-Дура, № 9\*. Шлиф сделан на поперечном сечении тыльной части накладки. Микроструктурным исследованием обнаружена ферритная структура шлифа. В зернах феррита отмечены иглы нитридов железа. Металл мелкозернистый (балл 7, ГОСТ 5639—65), среднего качества. Вывод: тыльная часть накладки откована из мягкого железа.

Анализ 172. Поясная накладка, Тал-Дура, № 8\*. Шлиф сделан на поперечном сечении лицевой части накладки. Микроструктурное исследование показало ферритную структуру шлифа. В плоскости шлифа наблюдаются иглы нитридов железа. Структура по всему сечению однородная, зерна полиэдрические. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: поясная накладка изготовлена целиком из железа. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 173. Пряжка, Тал-Дура, № 7\*. Шлиф сделан на поперечном сечении пряжки. При микроструктурном исследовании обнаружена ферритная структура шлифа. В зернах феррита фиксируются иглы нитридов железа. Металл мелкозернистый (балл 7, ГОСТ 5639—65), хорошего качества. Микротвердость 130—150 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: пряжка откована из мягкого железа. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

## Крюки для колчана

Анализ 154. Крюк для колчана, Узунтал-5, № 7317. Шлиф сделан на полном поперечном сечении крюка. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл мелкозернистый (балл зерна 7, ГОСТ 5639—65). В средней части шлифа наблюдается сварочный широкий шов, который забит шлаком. С обеих сторон сварочного шва металл обезуглерожен. Происхождение сварочного шва объясняется технологией изготовления изделия. Вначале заготовка вытягивалась в полосу. Затем сгибалась с таким расчетом, чтобы в месте сгиба образовалось кольцо. После чего концы заготовки сваривались. Вывод: крюк откован из низкоуглеродистой стали.



Анализ 184. Крюк для колчана, Курай-3, № 78209/141. Шлиф сделан на полном поперечном сечении крюка. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Перлит сорбитообразный и пластинчатый. Содержание углерода 0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. В плоскости шлифа шлаковые включения почти отсутствуют. Микротвердость 244 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: крюк откован из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 185. Крюк для колчана, Курай-3, № 78209/140. Шлиф сделан на полном поперечном сечении крюка. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества, имеет незначительное количество мелких шлаковых примесей. Вывод: крюк изготовлен из высокоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

### Предмет неизвестного назначения

Анализ 179. Предмет неизвестного назначения, Курай-2, № 78209/17. Шлиф сделан на полном поперечном сечении изделия. При микроструктурном анализе обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,4%. Металл мелкозернистый, низкого качества, имеет мелкие и крупные неметаллические включения. Вывод: поковка изготовлена из низкоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки металла низкое.

### Сбруйные пряжки и кольца

Анализ 20. Пряжка, Яконур, № 1554/1. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. Микроскопическое исследование показало ферритную структуру шлифа. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических включений. Вывод: пряжка изготовлена из кричного железа без предварительной обработки заготовки металла.

Анализ 95. Пряжка, Юстыд, оградка № 7, № 5\*. Шлиф сделан на 1/2 поперечного сечения пряжки. Микрострук-

турный анализ показал ферритную структуру шлифа. Металл чистый, крупнозернистый. Микротвердость 98 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: пряжка откована из мягкого железа. Заготовка металла тщательно очищена от шлаков путем длительной проковки.

Анализ 141. Пряжка, Узунтал-1, № 7316. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. Микроструктурное исследование показало на большей части шлифа структуру феррита и феррита со следами перлита. В плоскости шлифа наблюдается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Содержание углерода 0,2%. У одной из сторон располагается дугообразный сварочный шов хорошего качества, который образовался в процессековки. Металл среднего качества. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Вывод: пряжка откована из кричного железа.

Анализ 143. Пряжка, Узунтал-1, № 7319. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. Микроскопический анализ показал перлитную структуру шлифа с небольшими зонами феррито-перлитной структуры. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируются крупные неметаллические включения. Вывод: пряжка изготовлена из высокоуглеродистой стали. Заготовка металла не подвергалась тщательной проковке.

Анализ 144. Пряжка, Узунтал-1, № 7319/1. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. Микроструктурным исследованием обнаружена феррито-перлитная структура с неоднородным распределением углерода. Содержание углерода колеблется от 0,3 до 0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа отмечены шлаковидные включения. Микротвердость 140—175 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: пряжка откована из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 145. Пряжка, Катанда-2, № 5769. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. При микроструктурном исследовании выявлена структура высокоуглеродистой стали — перлит и феррито-перлит. Содержание углерода достигает 0,7—0,8%. Металл мелкозернистый, низкого качества, имеет крупные неметаллические включения. Вывод: пряжка изготовлена из высокоуглеродистой стали.

Анализ 147. Пряжка, Узунтал-8, № 7378. Шлиф сделан на 1/2 поперечного сечения язычка пряжки. В ходе



микроструктурного анализа обнаружена однородная структура феррита. Металл средней зернистости, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются поры и неметаллические включения. Вывод: пряжка изготовлена из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 148. Пряжка, Узунтал-5, № 7343. Шлиф сделан на полном поперечном сечении язычка пряжки. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,5%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: пряжка откована из неравномерно науглероженной сырьевой стали.

Анализ 149. Пряжка, Узунтал-8, № 7371. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. Микроструктурный анализ в основе шлифа показал структуру феррита. Вдоль одной из сторон располагается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Содержание углерода в ней достигает 0,2%. Металл низкого качества, загрязнен мелкими и крупными примесями шлака. Величина зерна металла колеблется от мелкого до крупного. Вывод: пряжка откована из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 180. Пряжка, Курай-2, № 78209/35. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения пряжки. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа. Вдоль одной из сторон располагается структура феррита, постепенно переходящая в феррито-перлит. Содержание углерода достигает 0,3%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: пряжка изготовлена из неравномерно науглероженного металла.

Анализ 192. Пряжка, Курай-2, № 78209/344. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. При микроструктурном исследовании обнаружена структура феррита со следами перлита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируются многочисленные шлаковые примеси, вытянутые по линииковки. Вывод: пряжка откована из плохо прокованного кричного железа.

Анализ 198. Пряжка, Курай-6, № 78209/514. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. Микро-

структурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. У поверхности наблюдается небольшой обезуглероженный слой. Содержание углерода в металле 0,4—0,6%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Шлаковых включений в металле мало. Вывод: пряжка изготовлена из среднеуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 225. Пряжка, Гилево-13, № 5\*. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения пряжки. Микроструктурным исследованием обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,5%. Металл средней зернистости, хорошего качества. Шлаковых включений очень мало. Микротвердость 163 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: пряжка изготовлена из среднеуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 305. Пряжка, Юстыд, оградка № 7, № 6\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пряжки. При микроструктурном исследовании обнаружена однородная структура феррита. Металл средней зернистости, низкого качества, содержит повышенное количество неметаллических включений. Вывод: пряжка откована из плохо прокованного кричного железа.

Анализ 317. Пряжка, Юпитер-18, № 109. Шлиф сделан на полном поперечном сечении язычка пряжки. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Шлаковых примесей немного. Вывод: пряжка откована из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла хорошее.

Анализ 6. Кольцо, Яконур, № 1554/19. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. Микроструктурное исследование показало ферритную структуру шлифа со следами перлита. Металл мелкозернистый, хорошего качества, имеет небольшое количество неметаллических включений. Кольцо изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла хорошее.

Анализ 57. Кольцо, Катанда-2, № 4391/3. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1—0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируются примеси шлака. Вывод: кольцо от-



ковано из низкоуглеродистой сырьевой стали.

Анализ 64. Кольцо, Осинковский могильник, № 2473/206. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. Микроструктурным исследованием обнаружена однородная структура феррита. Структура по всему сечению однородная. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: кольцо изготовлено из плохо прокованного кричного железа.

Анализ 186. Кольцо, Курай-3, № 78209/142. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. При микроструктурном исследовании обнаружена структура феррита со следами перлита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются мелкие и крупные примеси шлака. Микротвердость 112 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: кольцо изготовлено из мягкого, плохо обработанного железа.

Анализ 191. Кольцо, Курай-4, № 78209/6. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. При микроструктурном исследовании обнаружена однородная структура феррита. Металл низкого качества, содержит большое количество неметаллических включений. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: кольцо отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 195. Кольцо, Курай-5, № 78209/465. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. Микроструктурным исследованием на большей части шлифа обнаружена феррито-перлитная структура с неравномерным распределением углерода, концентрация которого колеблется от 0,1 до 0,7%. У одной из сторон располагается небольшая зона перлитной структуры. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит небольшое количество примесей шлака. Вывод: кольцо отковано из неравномерно науглероженной сырьевой стали.

### Стремена

Анализ 2. Стремя, Яконур, № 1554/94. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. При микроструктурном исследовании обнаружена однородная структура феррита. Металл крупнозернистый (балл 3,4 ГОСТ

5639—65), низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических включений, вытянутых по линииковки. Микротвердость 97—108 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: стремя отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 8. Стремя, Яконур, № 1554/79. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ушка стремени. Микроструктурное исследование показало в основе шлифа феррито-перлитную структуру. Содержание углерода 0,2%. Вдоль одной из сторон располагается зона феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества, содержит большое количество шлаковых примесей. Вывод: стремя изготовлено из низкоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 12. Стремя, Яконур, № 1554/57. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурным исследованием выявлена неоднородная структура шлифа. На большей части шлифа располагается структура феррита, на остальной части феррито-перлитная структура. Содержание углерода колеблется от следов до 0,3%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется большое количество примесей шлака. Вывод: стремя отковано из неравномерно науглероженного металла. Качество предварительной обработки заготовки низкое.

Анализ 15. Стремя, Яконур, № 1554/82. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. При микроструктурном анализе обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода колеблется от следов до 0,4%. Металл чистый, мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: стремя изготовлено из неравномерно науглероженной стали. Качество кузнечной обработки металла хорошее.

Анализ 16. Стремя, Яконур, № 1554/95. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа: на большей части шлифа располагается феррито-перлитная структура с содержанием углерода 0,1—0,3%. У одной из сторон располагается структура феррита. Обе структуры разделены сварочным швом. Шов плохого качества, забит шлаком. Металл среднего качества, мелкозернистый. Зерна металла вытянуты по линииковки. Вывод: стремя отковано из сырьевой стали и железа. Ковка



стремени закончена при очень низкой температуре нагрева.

Анализ 23. Стремя, Яконур, № 1554/81. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки. Микроструктурное исследование показало однородную феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества, загрязнен примесями шлака. Вывод: стремя отковано из высокоуглеродистой стали.

Анализ 24. Стремя, Яконур, № 1554/17. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. Микроструктурным исследованием обнаружена однородная ферритная структура шлифа. Металл мелкозернистый, низкого качества, очень загрязнен примесями шлака, вытянутыми по линииковки. Вывод: стремя отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 43. Стремя, Кудыргэ, № 4389/84. Шлиф сделан на поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурный анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,1%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Микротвердость 127 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: стремя отковано из низкоуглеродистой стали.

Анализ 46. Стремя, Кудыргэ, № 4150/90. Шлиф сделан на поперечном сечении дужки стремени. При микроструктурном анализе выявлена феррито-перлитная структура с неравномерным распределением углерода. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,4%. Имеется небольшая зона с 0,7% углерода. Металл низкого качества, средней зернистости. В плоскости шлифа наблюдаются мелкие и крупные примеси шлака. Вывод: стремя изготовлено из малоуглеродистой сырьевой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 47. Стремя, Кудыргэ, № 4150/124. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурное исследование показало однородную структуру феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируются многочисленные неметаллические включения. Вывод: стремя отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 48. Стремя, Кудыргэ, № 4150/151. Шлиф сде-

лан на поперечном сечении дужки стремени. При микроструктурном исследовании обнаружена структура феррита. У поверхности зерна металла сильно деформированы. Металл низкого качества, крупнозернистый (балл 4,5, ГОСТ 5639—65), содержит повышенное количество неметаллических включений. Неметаллические включения строчечные, мелкие и крупные, с внутренним дендритным строением. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 50. Стремя, Катанда, № 4390/1. Шлиф сделан на поперечном сечении ушка стремени. Микроструктурным анализом обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1—0,3%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: стремя изготовлено из низкоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 113. Стремя, Юстыд, оградка № 7, № 7\*. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки. Микроструктурным исследованием обнаружена ферритная структура шлифа. Металл низкого качества, средней зернистости. В плоскости шлифа фиксируются многочисленные неметаллические включения. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 114. Стремя, Юстыд, оградка № 7, № 8\*. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. Микроструктурное исследование показало однородную структуру феррита. Металл крупнозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа много крупных и мелких неметаллических включений. Вывод: стремя отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 115. Стремя, Юстыд, оградка № 7, № 11\*. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки. При микроструктурном исследовании обнаружена ферритная структура шлифа. Металл средней зернистости, низкого качества. В плоскости шлифа имеется много мелких и крупных шлаковых примесей, вытянутых по линииковки. Вывод: стремя отковано из кричного железа без особой предварительной обработки заготовки.

Анализ 116. Стремя, Баратал, № 17\*. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. Микрострук-



турным анализом обнаружена однородная структура феррита. Металл средней зернистости, низкого качества, очень загрязнен неметаллическими включениями. Шлаковые примеси вытянуты по линииковки. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 117. Стремя, Бар-Баргузы-2, № 23\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,4—0,5%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается много шлаковых примесей. Вывод: стремя отковано из среднеуглеродистой плохо прокованной стали.

Анализ 118. Стремя, Бар-Баргузы-2, № 24\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурным анализом выявлена однородная ферритная структура шлифа. Металл крупнозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется повышенное количество шлаковых примесей. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 119. Стремя, Ак-Кообы, № 44\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ушка стремени. При микроструктурном исследовании в центральной части шлифа обнаружена феррито-перлитная структура. Содержание углерода до 0,1%. На остальной части шлифа располагается структура феррита. Металл низкого качества, содержит повышенное количество неметаллических примесей. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: стремя отковано из кричного железа, частично науглероженного в ходе металлургического процесса.

Анализ 131. Стремя, Катанда-2, № 5768/3. Шлиф сделан на полном поперечном сечении стремени. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Распределение углерода неравномерное. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: стремя отковано из неравномерно науглероженной сырьевой стали.

Анализ 132. Стремя, Узунтал-1, № 7314. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. При микроструктурном анализе выявлена ферритная структура шлифа.

Металл низкого качества, очень загрязнен мелкими и крупными примесями шлака. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: стремя изготовлено из плохо прокованного железа.

Анализ 133. Стремя, Узунтал-5, № 7342. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. Микроструктурным анализом выявлена ферритная структура шлифа. Металл низкого качества, содержит повышенное количество неметаллических включений. Шлаковые примеси вытянуты по линииковки. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки заготовки низкое.

Анализ 134. Стремя, Узунтал-8, № 7372/1. Шлиф сделан на полном поперечном сечении подножки стремени. Микроскопический анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,5—0,6%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируются крупные примеси шлака. Вывод: стремя изготовлено из среднеуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 135. Стремя, Узунтал-8, № 7372. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурным анализом выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,3—0,4%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются крупные неметаллические включения. Вывод: стремя отковано из низкоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки заготовки низкое.

Анализ 136. Стремя, Узунтал-8, № 7375/1. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,4—0,5%. Металл среднего качества. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: стремя изготовлено из среднеуглеродистой стали.

Анализ 137. Стремя, Узунтал-8, № 7375. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки. Микроструктурный анализ показал на большей части шлифа феррито-перлитную структуру. У поверхности шлифа располагается небольшая зона феррита, образовавшаяся в результате обезуглероживания металла. Металл мелкозернистый, среднего качества. Содержание углерода 0,4—0,5%. Вывод: стремя изготовлено из среднеуглеродистой стали.



вод: стремя отковано из среднеуглеродистой стали.

Анализ 138. Стремя, Катанда-2, № 5768/3. Шлиф сделан на поперечном сечении пластинчатой дужки стремени. При микроструктурном анализе выявлена ферритно-перлитная структура шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,2 до 0,4%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Шлаковых примесей немного. Вывод: стремя изготовлено из низкоуглеродистой стали высокого качества.

Анализ 139. Стремя, Туэкта, № 283. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурным исследованием обнаружена ферритная структура шлифа с выделениями третичного цементита по границам и внутри зерна. Металл низкого качества, загрязнен большим количеством неметаллических примесей. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Микротвердость 107—115 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: стремя отковано из плохо прокованного кричного железа.

Анализ 140. Стремя, Тал-Дура, № 10\*. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества, имеет большое количество крупных неметаллических включений. Вывод: стремя отковано из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки заготовки металла низкое.

Анализ 178. Стремя, Курай-2, № 78209/4. Шлиф сделан на полном поперечном сечении стремени. Микроструктурное исследование показало однородную ферритную структуру шлифа. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется повышенное количество неметаллических включений. Вывод: стремя отковано из плохо прокованного железа.

Анализ 193. Стремя, Курай-4, № 78209/351. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроструктурным исследованием обнаружена ферритная структура шлифа с небольшой зоной феррито-перлита (содержание углерода 0,2%). Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается много мелких и крупных неметаллических включений. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 197. Стремя, Курай-6, № 78209/8. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. При микроструктурном исследовании обнаружена неоднородная структура шлифа: феррит, постепенно переходящий в феррито-перлит. Содержание углерода достигает 0,2%. Металл средней зернистости, низкого качества, содержит многочисленные неметаллические примеси. Вывод: стремя изготовлено из плохо прокованного, неравномерно науглероженного металла.

Анализ 201. Стремя, Катанда, № 97474—22. Шлиф сделан на полном поперечном сечении стремени. Микроструктурное исследование показало в основе шлифа структуру феррита со следами перлита. У одной из сторон располагается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Содержание углерода 0,1%. Металл среднего качества. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Вывод: стремя отковано из железа.

Анализ 207. Стремя, Туэкта, № 79601. Шлиф сделан на поперечном сечении подножки стремени. Микроструктурным анализом выявлена однородная структура феррита. Металл среднего качества, загрязнен неметаллическими примесями. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа.

Анализ 215. Стремя, Гилево-9, № 4\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении стремени. Микроструктурным исследованием на большей части шлифа обнаружена структура феррита. Величина зерна соответствует баллам 5—6, ГОСТ 5639—65. Микротвердость феррита 100—112 кг/мм<sup>2</sup>. На незначительном участке шлифа наблюдается разнотернистая (балл 5—7, ГОСТ 5639—65) феррито-перлитная структура, в которой имеется зона квазиэвтектоида. Микротвердость его 197—229 кг/мм<sup>2</sup>. После отжига образца содержание углерода в металле колеблется от 0,1 до 0,5%. В средней части шлифа наблюдается сварочный шов, образовавшийся при сварке дужек стремени. Металл среднего качества, загрязнен примесями шлака. Вывод: стремя изготовлено из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 227. Стремя, Карболиха-7, № 1\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки стремени. Микроскопический анализ показал однородную ферритную структуру шлифа. Металл средней зернистости, хорошего



качества. Шлаковых включений очень мало. Вывод: стремя изготовлено из хорошо прокованного железа.

Анализ 228. Стремя, Карболиха-7, № 2\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении ушка стремени. При микроструктурном анализе выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1—0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируется незначительное количество шлаковых примесей. Вывод: стремя отковано из низкоуглеродистой стали.

Анализ 320. Стремя, Юпитер-11, № 102/1. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения подножки. При микроструктурном исследовании на всей поверхности шлифа наблюдается структура феррита. Металл низкого качества, крупнозернистый. В плоскости шлифа фиксируется много пор и шлаковых включений. Вывод: стремя изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 321. Стремя, Юпитер-11, № 102. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения петли стремени. Микроструктурным анализом выявлена структура неравномерно науглероженной стали. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,8%. В середине шлифа прослеживается сварочный шов хорошего качества, образовавшийся при сварке дужек стремени. Вдоль сварочного шва концентрация углерода повышена. Металл низкого качества, содержит много шлаковых примесей. Вывод: стремя отковано из сырцового железа.

### Удила

Анализ 4. Удила, Яконур, № 1554/111. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения удил. Микроструктурный анализ показал на большей части шлифа структуру феррита. Вдоль одной из сторон располагается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл мелкозернистый, хорошего качества, шлаковых примесей мало. Вывод: удила откованы из кричного железа. Предварительная обработка металла хорошая.

Анализ 5. Удила, Яконур, № 1554/58. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктур-

ном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,3%. В середине шлифа наблюдается сварочный шов. Сварка произведена не очень качественно. Часть шва забита шлаком. Металл мелкозернистый, хорошего качества, шлаковых примесей мало. Вывод: удила откованы из низкоуглеродистой стали. Заготовка тщательно очищена от шлака. Технология изготовления удил выглядит следующим образом: заготовка металла проковывалась в узкую полосу. Затем полоса сгибалась таким образом, чтобы в месте сгиба оставалась петля, из которой в дальнейшем делали восьмеркообразное кольцо. После этого удила подвергали кручению в горячем состоянии. После операции кручения грызла удил приобретали винтообразный вид.

Анализ 9. Удила, Яконур, № 1554/59. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурный анализ показал перлитную структуру шлифа с небольшими обезуглероженными участками у поверхности. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется много неметаллических включений. Вывод: удила откованы из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 10. Кольцо от удил, Яконур, № 1554/59. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа. На большей части шлифа располагается феррито-перлитная структура. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,3%. На остальной части шлифа структура феррита. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: кольцо отковано из неравномерно науглероженного металла.

Анализ 11. Удила, Яконур, № 1554/83. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании обнаружена структура высокоуглеродистой стали (перлит и феррито-перлит). Содержание углерода 0,7—0,8%. У поверхности металла частично обезуглерожен. В средней части шлифа наблюдается тонкий, чистый сварочный шов хорошего качества, образовавшийся в ходе изготовления восьмерковидных винтообразных удил. Металл чистый, высокого качества. Вывод: удила откованы из высокоуглеродистой стали.

Анализ 21. Удила, Яконур, № 1554/96. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. В ходе микрострук-



турного анализа выявлена феррито-перлитная структура шлифа с небольшой зоной ферритной структуры. Содержание углерода на большей части шлифа 0,1%. Есть небольшая зона, содержащая 0,3% углерода. Металл средней зернистости, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: удила откованы из низкоуглеродистой сырьевой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 22. Удила, Яконур, № 1554/96. Шлиф сделан на поперечном сечении внешнего кольца удил. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,2—0,3%. Металл средней зернистости, низкого качества, загрязнен неметаллическими примесями. Вывод: кольцо удил изготовлено из низкоуглеродистой сырьевой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 41. Удила, Кудыргэ, № 2280/27. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,1—0,3%. В центре шлифа наблюдается сварочный шов. Кузнечная сварка произведена на высоком уровне. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется большое количество неметаллических включений. Вывод: удила откованы из низкоуглеродистой сырьевой стали. Технология изготовления реконструируется следующим образом: заготовка металла вытягивалась в узкую полосу. После чего полоса сгибалась вдвое с таким расчетом, чтобы на месте сгиба образовывалось кольцо. Последней операцией являлась сварка концов заготовки и изгиб внутреннего кольца удил.

Анализ 51. Удила, Катанда, № 4390/3. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурный анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,3%. Металл низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется повышенное количество шлаковых примесей. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Наблюдается перегрев металла. Вывод: удила откованы из малоуглеродистой сырьевой стали. Качество предварительной обработки иковки металла низкое.

Анализ 54. Удила, Катанда-2, № 4391/1. Шлиф сделан

на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании выявлена структура феррита с небольшой зоной феррито-перлита. В середине шлифа наблюдается сварочный шов. Металл низкого качества, загрязнен мелкими и крупными примесями шлака. В плоскости шлифа фиксируются поры и трещины. Вывод: удила изготовлены из кричного железа. Качество предварительной обработки железа низкое.

Анализ 55. Удила, Катанда-2, № 4391/9. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроскопический анализ показал однородную структуру феррита. Металл низкого качества, сильно загрязнен шлаковыми примесями. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: удила откованы из плохо прокованного кричного железа.

Анализ 56. Удила, Катанда-2, № 4391/9(2). Шлиф сделан на поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании обнаружена ферритная структура шлифа. Металл низкого качества, очень загрязнен неметаллическими примесями. Величина зерна колеблется от мелкого до крупного. Микротвердость 98 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: удила откованы из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 67. Удила, Ближние Елбаны-5, № 1631/7. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются мелкие и крупные примеси шлака. Вывод: удила откованы из плохо прокованной высокоуглеродистой стали.

Анализ 68. Удила, Ближние Елбаны-5, № 1621/20. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурный анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,2—0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируются крупные неметаллические примеси. Вывод: удила откованы из низкоуглеродистой стали.

Анализ 106. Удила, Баратал, № 14\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольчатого псалия. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. В плоскости шлифа наблюдаются небольшие зоны феррита. Содержание углерода 0,1—



0,2%. Металл мелкозернистый, низкого качества, содержит повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: псалий изготовлен из низкоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 108. Удила, Ак-Кообы, № 21\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании на большей части шлифа обнаружена феррито-перлитная структура, переходящая у одной из сторон в феррит. Содержание углерода колеблется от следов до 0,2%. Металл низкого качества, содержит повышенное количество шлаковых примесей. Величина зерна варьирует от мелкого до среднего. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной сырьевой стали. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 109. Удила, Юстыд, оградка № 7, № 21\*. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения псалия. Микроструктурное исследование показало неоднородную структуру шлифа. На большей части располагается структура феррита, на остальной части шлифа феррито-перлитная структура. Содержание углерода 0,1—0,2%. Металл среднего качества, величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: удила изготовлены из неравномерно науглероженного металла.

Анализ 110. Удила, Бар-Баргузы-2, № 25\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении псалия. При микроструктурном исследовании выявлена однородная структура феррита. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируются крупные неметаллические примеси. Вывод: удила откованы из кричного железа.

Анализ 112. Удила, Юстыд-2, курган 29, № 48\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольчатого псалия. При микроструктурном исследовании выявлена структура феррита со следами перлита. В плоскости шлифа наблюдаются иглы нитридов железа. Металл крупнозернистый, низкого качества, содержит повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: удила откованы из мягкого железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 124. Удила, Узунтал-8, № 7376. Шлиф сделан на полном поперечном сечении псалия. Микроструктур-

ное исследование показало ферритную структуру шлифа. В плоскости шлифа наблюдается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Содержание углерода 0,2%. Металл мелкозернистый, среднего качества, шлаковых включений мало. Вывод: удила откованы из мягкого железа.

Анализ 125. Удила, Узунтал-1, № 7315. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном анализе в основе шлифа выявлена феррито-перлитная структура. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,6%. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 126. Псалий от удил, Узунтал-1, № 7320. Шлиф сделан на полном поперечном сечении псалия. Микроструктурное исследование показало ферритную структуру шлифа. Металл средней зернистости, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается много мелких и крупных шлаковых примесей. Вывод: псалий изготовлен из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 127. Удила, Узунтал-1, № 7315/2. Микроструктурным исследованием обнаружена неоднородная структура шлифа. В основе шлифа фиксируется феррито-перлитная структура. Содержание углерода 0,1—0,2%. В различных частях шлифа располагаются небольшие зоны феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается большое количество неметаллических примесей. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженного металла. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 128. Удила, Узунтал-8, № 7370. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании в основе шлифа обнаружена структура феррита. У поверхности имеются небольшие зоны феррито-перлитной структуры. Содержание углерода в них достигает 0,1—0,3%. Металл низкого качества, содержит большое количество шлаковых примесей. Величина зерна колеблется от среднего до крупного. Вывод: удила изготовлены из кричного, частично науглероженного металла. Качество предварительной обработки металла низкое.



Анализ 130. Удила, Узунтал-1, № 7344. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура. Содержание углерода 0,1—0,4%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдается небольшое количество крупных шлаковых примесей. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 140/1. Удила, Тал-Дура, № 1\*. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения псалия. Микроскопический анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит мелкие примеси шлака. Вывод: удила откованы из высокоуглеродистой стали.

Анализ 146. Дужка от псалия, Катанда-2, № 5768. Шлиф сделан на полном поперечном сечении дужки. Микроструктурное исследование показало перлитную структуру шлифа. У поверхности наблюдается небольшая обезуглероженная зона. В плоскости шлифа фиксируется тонкий сварочный шов хорошего качества. Шов образовался в ходековки заготовки. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: дужка от псалия откована из высокоуглеродистой стали.

Анализ 176. Удила, Курай-2, № 78209/10. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца удил. При микроструктурном анализе выявлена структура неравномерно науглероженной стали. Содержание углерода 0,4—0,8%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 177. Удила, Курай-2, № 78209/9. Шлиф сделан на поперечном сечении кольца удил. Микроструктурным исследованием обнаружена ферритная структура шлифа. Металл низкого качества, средней зернистости. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: удила откованы из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 187. Удила, Курай-3, № 78209/1. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,3%. Металл среднего качества. Величина зерна различна. Вывод: удила изготовлены из низкоуглеродистой стали.

Анализ 187/1. Удила, Курай-4, № 78209. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктурном исследовании выявлена структура неравномерно науглероженной стали. Содержание углерода 0,1—0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 188. Удила, Курай-4, № 78209. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурный анализ показал феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит неметаллические примеси. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 189. Удила, Курай-4, № 78209/5. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца удил. Микроструктурное исследование показало структуру высокоуглеродистой стали (феррито-перлит и перлит). Содержание углерода 0,7—0,8%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются примеси шлака. Вывод: удила откованы из высокоуглеродистой стали.

Анализ 199. Удила, Курай-6, № 78209. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. Микроструктурным исследованием обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,6—0,7%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Шлаковых примесей мало. Вывод: удила откованы из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла хорошее.

Анализ 202. Удила, Катанда-2, № 97474/4. Шлиф сделан на полном поперечном сечении псалия. Микроструктурным анализом выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,3 до 0,7%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа фиксируется незначительное количество неметаллических примесей. Вывод: удила изготовлены из сырцової стали.

Анализ 206. Удила, Туэкта, № 79601/130. Шлиф сделан на полном поперечном сечении псалия. Микроструктурное исследование показало структуру высокоуглеродистой стали (перлит и феррито-перлит). Содержание углерода 0,7—0,8%. Металл мелкозернистый, среднего качества. Вывод: псалий изготовлен из высокоуглеродистой стали.

Анализ 211. Удила, Табажек, № 3396. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удил. При микроструктур-



ном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,5%. Металл среднего качества, содержит мелкие примеси шлака. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: удила откованы из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 212. Удила, Барнаульский округ, случайная находка, № 1385. Шлиф сделан на поперечном сечении удила. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,4—0,5%. Металл мелкозернистый, хорошего качества. Неметаллических примесей очень мало. Вывод: удила откованы из среднеуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 216. Удила, Килево-9, № 6. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удила. При микроструктурном исследовании обнаружена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода после отжига 0,1—0,4%. Металл среднего качества, содержит мелкие примеси шлака. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: удила откованы из сырцової стали.

Анализ 217. Удила, Гилево-9, № 7\*. Шлиф сделан на  $1/2$  поперечного сечения удила. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,2—0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдается незначительное количество мелких шлаковых примесей. Вывод: удила изготовлены из низкоуглеродистой стали.

Анализ 218. Удила, Гилево-9, № 8\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удила. При микроструктурном исследовании в основе шлифа выявлена структура феррита. У поверхности наблюдается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Металл хорошего качества. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: удила изготовлены из кричного железа.

Анализ 219. Удила, Гилево-9, № 9\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удила. Микроструктурное исследование показало структуру эвтектоидной стали (квартзвтектоид), которая после отжига приобрела феррито-перлитную структуру с содержанием углерода 0,2—0,4%. В середине шлифа наблюдается сварочный шов хорошего качества, по обеим сторонам которого находятся обезуглероженные зоны, образовавшиеся в процессе сварки двух полов металла. Металл мелкозернистый, хорошего

качества. Шлаковых примесей очень мало. Вывод: удила откованы из среднеуглеродистой стали по специальной технологии, характерной для удила с винтообразными грызлами. Качество кузнечной обработки хорошее.

Анализ 220. Удила, Гилево-13, № 10\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удила. Микроструктурным исследованием выявлена феррито-перлитная структура шлифа. У поверхности имеются небольшие зоны феррита. Содержание углерода от следов до 0,2%. Металл средней зернистости, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются немногочисленные мелкие и крупные шлаковые примеси. Вывод: удила откованы из сырцової стали.

Анализ 229. Удила, Карболиха-7, № 1\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении грызла удила. Микроструктурным исследованием в основе шлифа обнаружена структура перлита. Перлит тонкодисперсный. Микротвердость 285 кг/мм<sup>2</sup>. У одной из сторон наблюдается небольшая зона феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируются крупные примеси шлака. После отжига металл приобрел феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода 0,1—0,2%. Вывод: удила откованы из малоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла хорошее.

Анализ 230. Удила, Карболиха-7, № 2\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении удила. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,1%. В середине шлифа фиксируется сварочный шов хорошего качества. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит мелкие неметаллические примеси. Вывод: удила откованы из низкоуглеродистой стали по технологии, характерной для удила с винтообразными грызлами.

Анализ 273. Удила, Сrostки, № 849/63. Шлиф сделан на полном поперечном сечении грызла. Микроструктурным исследованием выявлена однородная феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода 0,7%. Металл мелкозернистый среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются примеси шлака. Вывод: удила откованы из высокоуглеродистой стали. Качество предварительной обработки металла хорошее.

Анализ 318. Удила, Кызыл-Ту, № 141. Шлиф сделан на полном поперечном сечении внешнего кольца удила.



При микроструктурном исследовании на поверхности шлифа наблюдается ферритная структура. Металл крупнозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется большое количество шлаковых включений. Вывод: удила изготовлены из кричного железа. Качество кузнечной обработки металла низкое.

Анализ 325. Удила, Юпитер-10, № 101. Шлиф сделан на полном поперечном сечении внешнего кольца грызла. Микроструктурное исследование на поверхности шлифа показало феррито-перлитную структуру. Содержание углерода 0,2—0,3%. Металл хорошего качества. Шлаковых примесей немного. Вывод: удила откованы из низкоуглеродистой стали. Качество кузнечной обработки хорошее.

### Крепления для тороков

Анализ 17. Крепление для тороков, Яконур, № 1554/26. Шлиф сделан на полном поперечном сечении изделия. При микроструктурном исследовании на большей части шлифа обнаружена структура феррита. В центре шлифа наблюдается небольшая зона феррито-перлитной структуры. Содержание углерода 0,2%. В средней части шлифа располагается сварочный шов. Металл мелкозернистый (величина зерна 10 баллов, ГОСТ 5639—65), низкого качества. Зерна металла вытянуты по линииковки. В плоскости шлифа фиксируется повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: крепление для тороков отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 18. Крепление для тороков, Яконур, № 1554/22. Шлиф сделан на полном поперечном сечении изделия. Микроструктурное исследование показало в основе шлифа структуру феррита. Вдоль одной из сторон располагается небольшая полоска феррито-перлитной структуры. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,4%. В центре шлифа располагается сварочный шов плохого качества. Металл мелкозернистый, низкого качества, очень загрязнен шлаковыми примесями. Вывод: крепление для тороков изготовлено из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 19. Крепление для тороков, Яконур, № 1554/15. Шлиф сделан на полном поперечном сечении изделия.

При микроструктурном исследовании обнаружена однородная структура феррита. В средней части шлифа наблюдается косою сварочный шов. Сварочный шов широкий, забит шлаком. Металл низкого качества, очень загрязнен неметаллическими примесями. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: крепление для тороков отковано из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 224. Крепление для тороков, Гилево-13, № 11\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении кольца. Микроструктурное исследование показало феррито-перлитную структуру шлифа. Содержание углерода колеблется от следов до 0,3%. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит небольшое количество шлаковых примесей. Вывод: крепление для тороков изготовлено из сырцовоы стали.

### Седельные накладки

Анализ 84. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 32\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении накладки. Микроструктурным анализом обнаружена однородная структура феррита. Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается большое количество неметаллических примесей, вытянутых по линииковки. Величина зерна колеблется от мелкого до среднего. Вывод: накладка откована из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 85. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 33\*. Шлиф сделан на поперечном сечении накладки. При микроструктурном анализе выявлена однородная структура шлифа. Металл мелкозернистый, низкого качества, содержит большое количество мелких шлаковых примесей. Вывод: накладка изготовлена из железа.

Анализ 85/1. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 36\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении штифта обоймы. Микроструктурное исследование показало однородную структуру феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества, содержит повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: обойма откована из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.



Анализ 86. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 40\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении штифта ободья. При микроструктурном исследовании обнаружена ферритная структура шлифа. Металл средней зернистости, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдаются крупные и мелкие неметаллические примеси. Вывод: накладка откована из плохо прокованного железа.

Анализ 87. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 39\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пластины. Микроструктурное исследование показало однородную структуру феррита. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических примесей. Вывод: накладка изготовлена из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 88. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 38\*. Шлиф сделан на поперечном сечении пластины. При микроструктурном исследовании выявлена феррито-перлитная структура шлифа. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,6%. Металл мелкозернистый, среднего качества, содержит мелкие и крупные примеси шлака. Вывод: накладка откована из неравномерно науглероженной стали.

Анализ 89. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 37\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении штифта. Микроструктурное исследование показало структуру феррита. У поверхности имеется небольшая зона феррито-перлитной структуры. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается много неметаллических примесей. Вывод: накладка откована из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 90. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 35\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении пластины. При микроструктурном исследовании обнаружена однородная структура феррита. Металл мелкозернистый, среднего качества. В плоскости шлифа наблюдаются мелкие примеси шлака. Микротвердость 108 кг/мм<sup>2</sup>. Вывод: накладка изготовлена из кричного железа.

Анализ 91. Накладка, Юстыд, оградка № 7, № 46\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении штифта. Микроструктурное исследование в основе шлифа показало структуру феррита. У поверхности располагаются не-

большие зоны феррито-перлитной структуры. Металл мелкозернистый, низкого качества. В плоскости шлифа фиксируется много мелких неметаллических примесей. Вывод: накладка откована из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 92. Пробой-накладка, Юстыд, оградка № 7, № 34\*. Шлиф сделан на полном поперечном сечении изделия. При микроструктурном исследовании обнаружена структура феррита с небольшой зоной феррито-перлита. Металл низкого качества. В плоскости шлифа наблюдается повышенное количество неметаллических примесей. Величина зерна металла колеблется от мелкого до среднего. Вывод: пробой-накладка изготовлен из кричного железа. Качество предварительной обработки металла низкое.

Анализ 93. Накладка на луку седла, Бар-Баргузы-2, № 2\*. Шлиф сделан на поперечном сечении накладки. Микроструктурным анализом обнаружена феррито-перлитная структура шлифа с неравномерным распределением углерода. Содержание углерода колеблется от 0,1 до 0,5%. Металл мелкозернистый, среднего качества, загрязнен мелкими примесями шлака. Вывод: накладка изготовлена из неравномерно науглероженной стали.



# **ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, РУДОПРОЯВЛЕНИЯ И МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ ГОРНОГО АЛТАЯ**

1. Кузнецовское месторождение
2. Кузнецовская восточная аномалия
3. Кузнецовская западная аномалия
4. Рудопроявления
5. Харловская аномалия
6. Мурзинское месторождение
- 7—9. Рудопроявления
- 10—12. Рудопроявления
13. Аномалия горы Плакун
14. Рудопроявления
15. Рубежные аномалии 1, 2
16. Рубежное месторождение
17. Рубежная аномалия
18. Рудопроявление
19. Покровское рудопроявление
20. Чесноковское месторождение
21. Инская аномалия
22. Инское месторождение
- 23, 24. Рудопроявления
25. Белорецкое месторождение
26. Средне-Баталихинские аномалии
27. Средне-Баталихинские рудопроявления
28. Аномалии Королевского Белка
- 29—35. Рудопроявления
36. Коргоиское месторождение
- 37—43. Рудопроявления
44. Аномалия и рудопроявление
- 45—48. Рудопроявления
- 49—52. Рудопроявления
53. Среднекедровское месторождение
54. Верхнекедровское месторождение
- 55—58. Рудопроявления
- 59—63. Рудопроявления
- 64—75. Рудопроявления
76. Аномалия Светлая
77. Аномалия Стамовый Белок
- 78—81. Рудопроявления
- 82—84. Рудопроявления

85. Аномалия Южно-Коксинская 1
86. Аномалия Северо-Коксинская 2
- 87—93. Рудопроявления
94. Холзунская аномалия
95. Холзунское месторождение
- 96—102. Рудопроявления
- 103—105. Рудопроявления
106. Польиновское месторождение
107. Аномалия Теремок
108. Чесноковское месторождение
109. Сакмарихинское рудопроявление
- 110—112. Рудопроявления
- 113, 114. Рудопроявления
- 115—118. Рудопроявления
- 119—122. Рудопроявления
123. Рудопроявление
124. Искровское месторождение
125. Крючковское месторождение
126. Рудопроявление
127. Пуйчихинское рудопроявление
128. Рудопроявление
129. Чинетинское рудопроявление
130. Калмыцкий аномальный пояс
131. Рудопроявление
132. Уйменская и Салганская аномалии
- 133—142. Рудопроявления
- 143—144. Рудопроявления
145. Квадринское месторождение
- 146, 147. Рудопроявления
- 148—151. Рудопроявления
- 152—157. Рудопроявления
- 158—161. Рудопроявления
- 162—164. Рудопроявления
165. Аномалия Красная Горка
166. Аномалия Зимняя
- 167—180. Рудопроявления
181. Месторождение Рудный Лог
- 182—187. Рудопроявления
188. Азвекское месторождение
- 189—200. Рудопроявления
201. Калгутинское месторождение
- 202—207. Рудопроявления
208. Аргамджинское месторождение
- 209—211. Рудопроявления



# ПАМЯТНИКИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В ГОРНОМ АЛТАЕ

1. Бураты
2. Коч-Корбас
3. Ташанта
4. Юстыд-1
5. Юстыд-2
6. Юстыд-3
7. Юстыд-4
8. Юстыд-5
9. Юстыд-6
10. Юстыд-7
11. Бар-Баргузы
12. Талдуаир
13. Дерек
14. Бугузун-1
15. Бугузун-2
16. Узун-Тэтэгем
17. Кам-Тэтэгем
18. Кокорю
19. Колхоз им. Чапаева
20. Елангаш
21. Куэхтонар-1
22. Куэхтонар-2
23. Төтө
24. Айгулак
25. Кызыл-Таш
26. Тюнгур-2
27. Тюнгур-1
28. Аржанак
29. Курайский
30. Самаха
31. Балыктыюл
32. Усть-Барангол

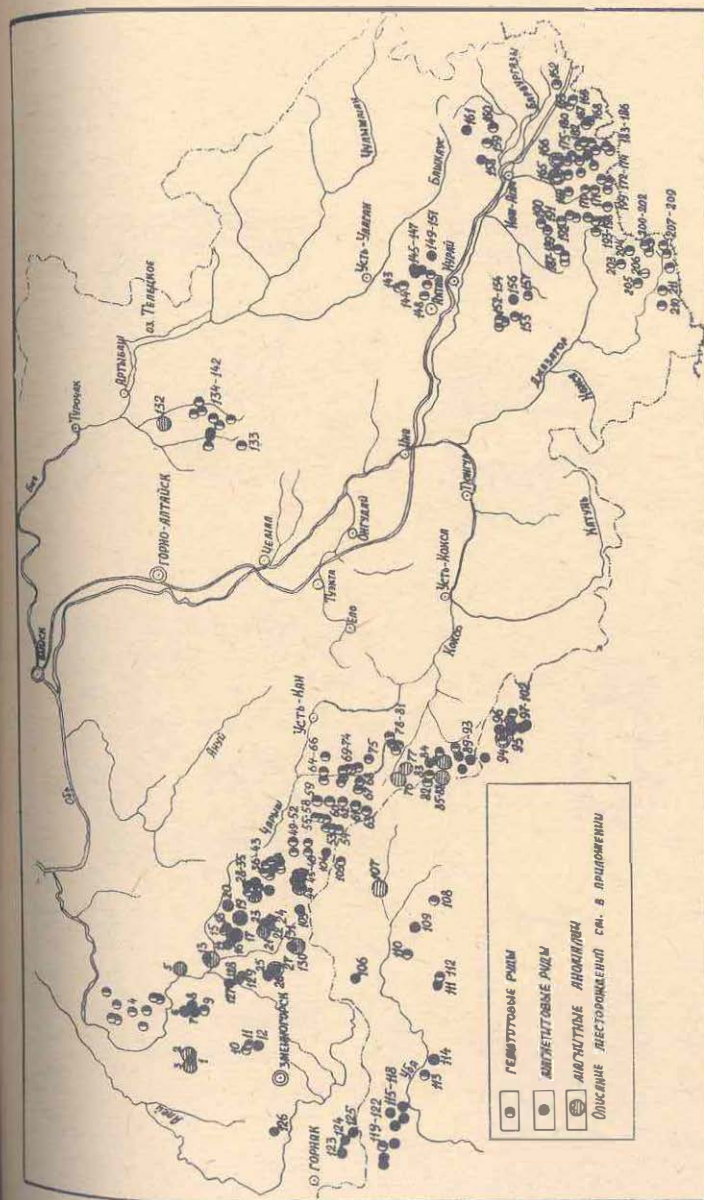


Рис. 1. Железорудные месторождения и рудопроявления Алтая



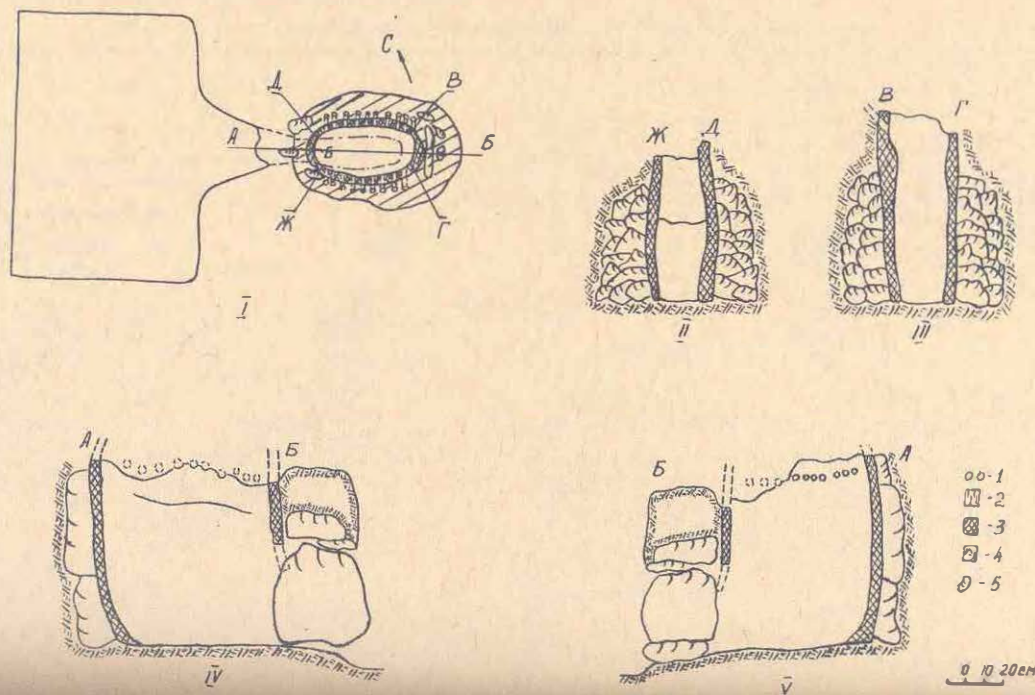


Рис. 2. Тото. Сыродутная печь № 1: I — вид сверху; II — передняя стенка рабочей камеры; III — задняя стенка рабочей камеры; IV, V — боковые стенки рабочей камеры. Г — воздухопроводные отверстия; 2 — прокопанная земля; 3 — глиняная обмазка; 4 — материк; 5 — камень.

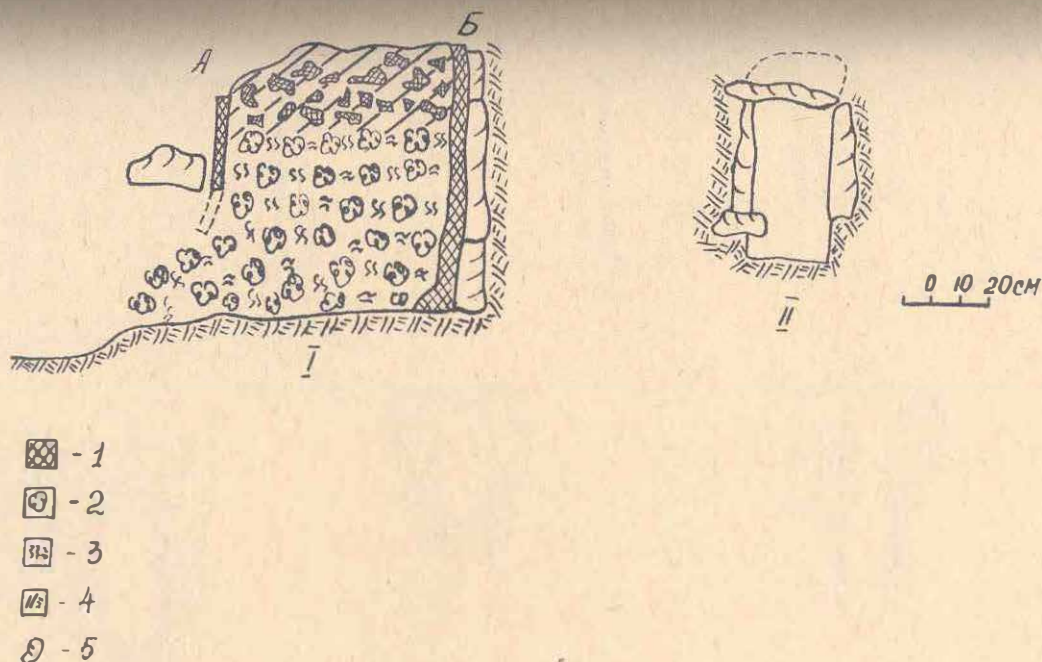
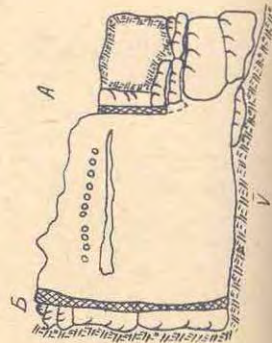
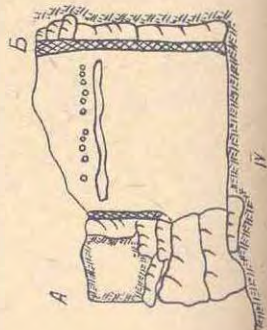
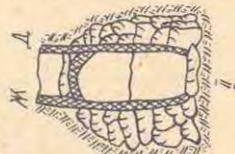
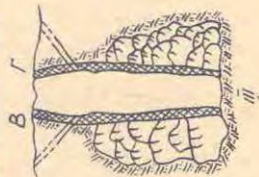
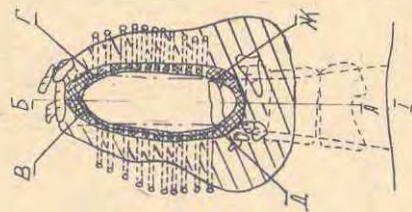


Рис. 3. Тото. Сыродутная печь № 1: I — заполнение рабочей камеры; II — шлакоотводный канал, вид спереди. 1 — глиняная обмазка; 2 — шлак; 3 — уголь; 4 — материк; 5 — камень

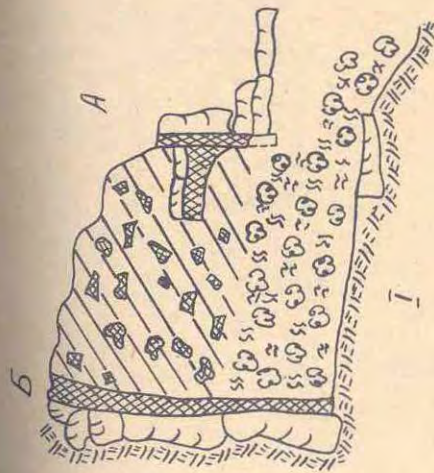




00-1  
00-2  
00-3  
00-4  
00-5

0 10 20 см

Рис. 4. Того. Сыродутная печь № 2



00-1  
00-2  
00-3  
00-4  
00-5

0 10 20 см

Рис. 5. Того. Сыродутная печь № 2



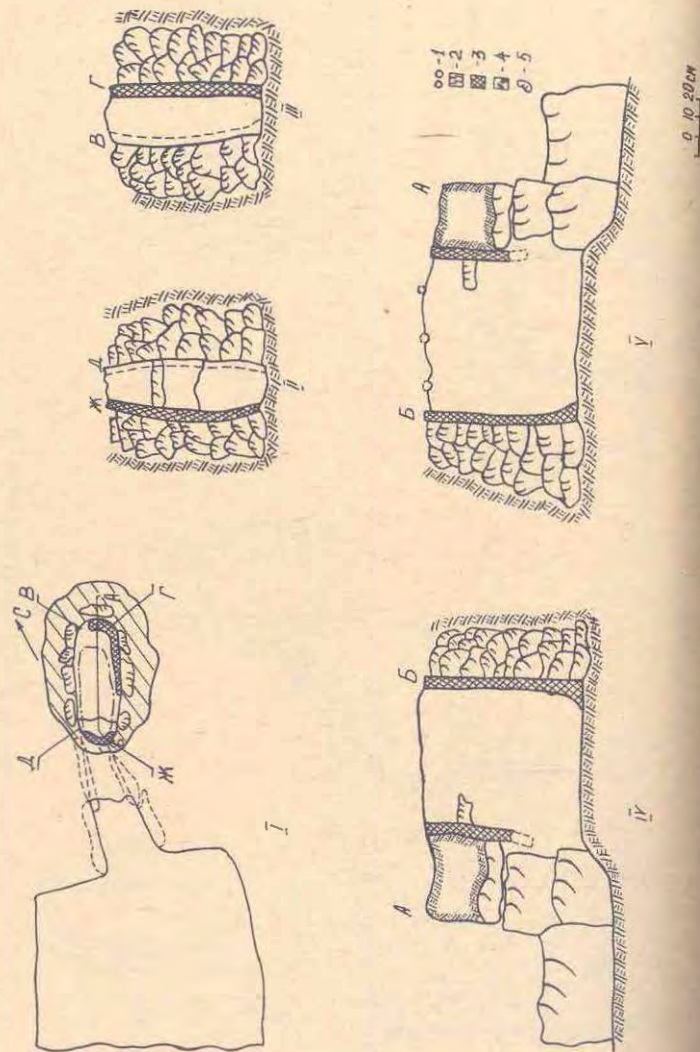


Рис. 6. Тётё. Сыродутная печь № 3

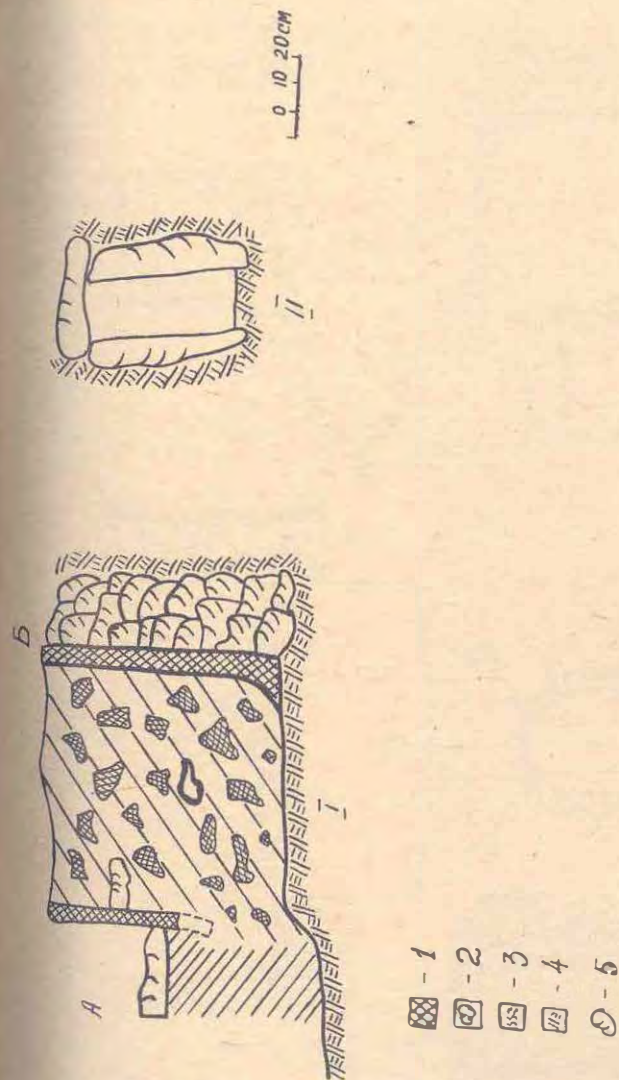


Рис. 7. Тётё. Сыродутная печь № 3



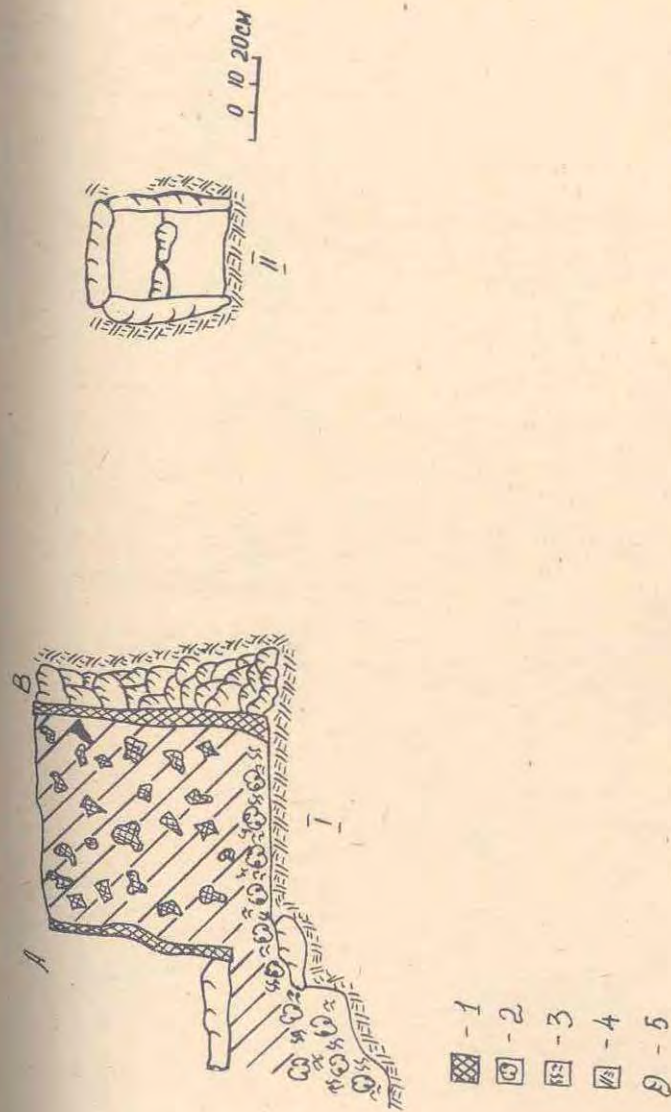
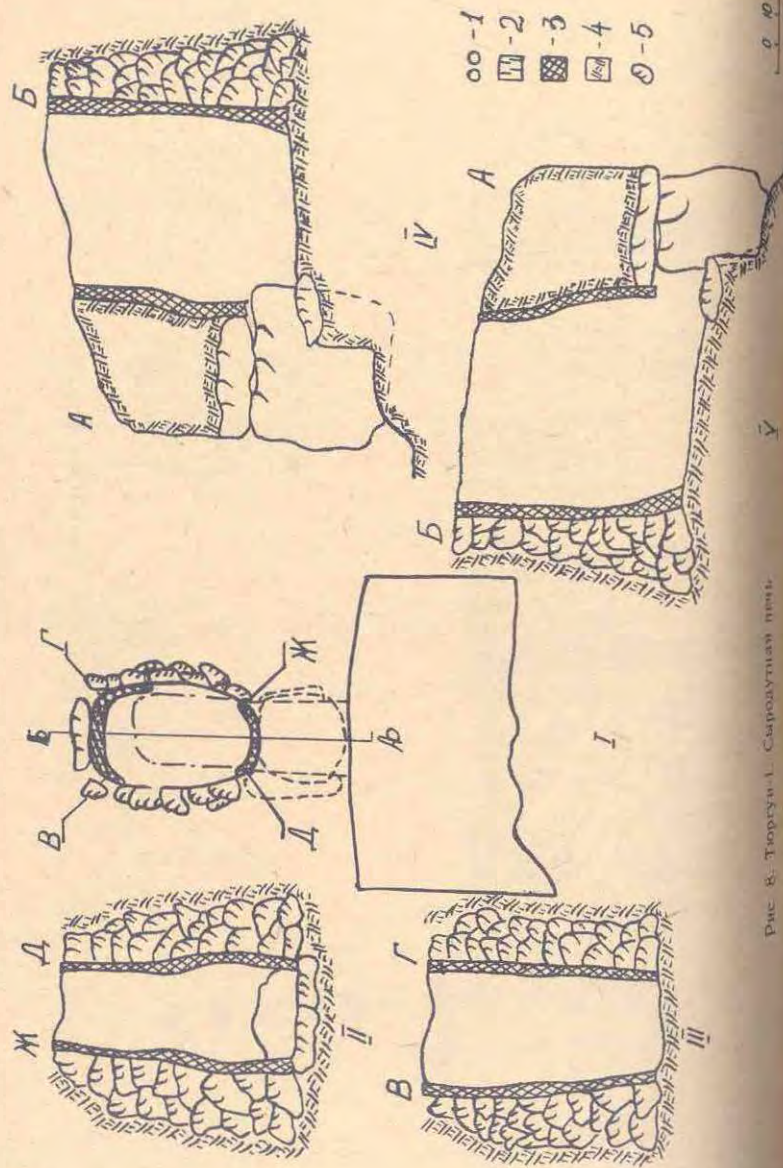


Рис. 9. Тюргун-1. Сыродутная печь



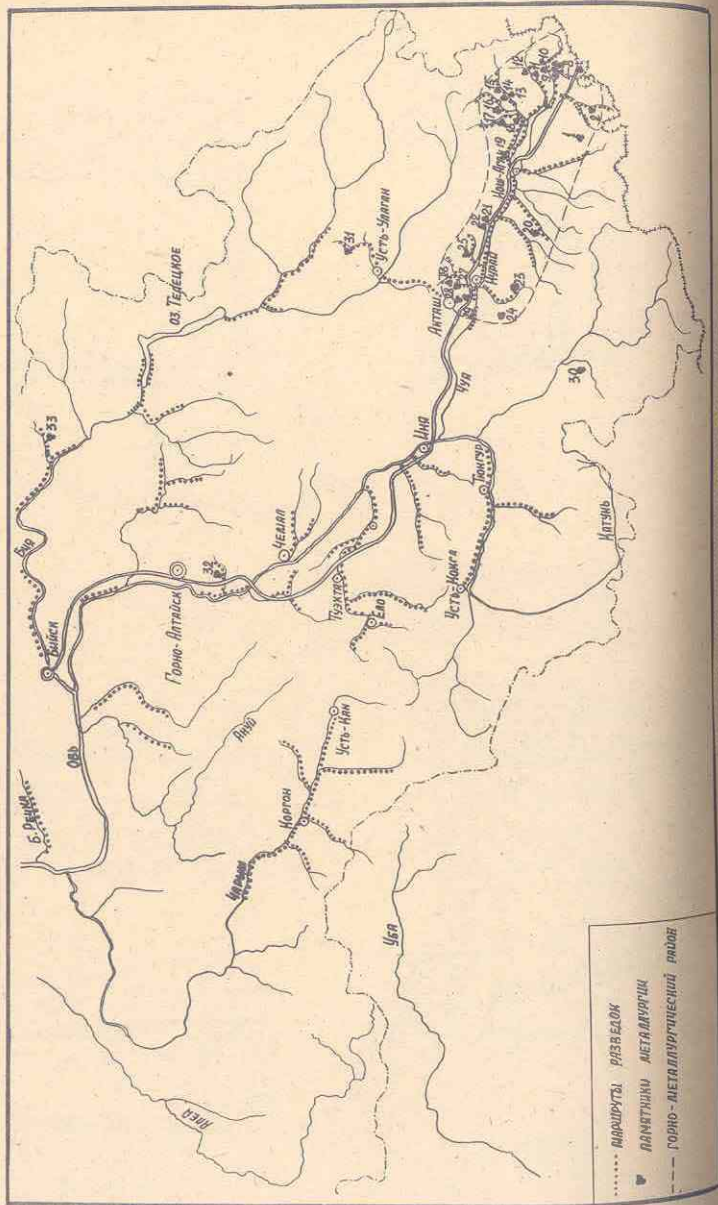


Рис. 10. Плановый вид археологического памятника

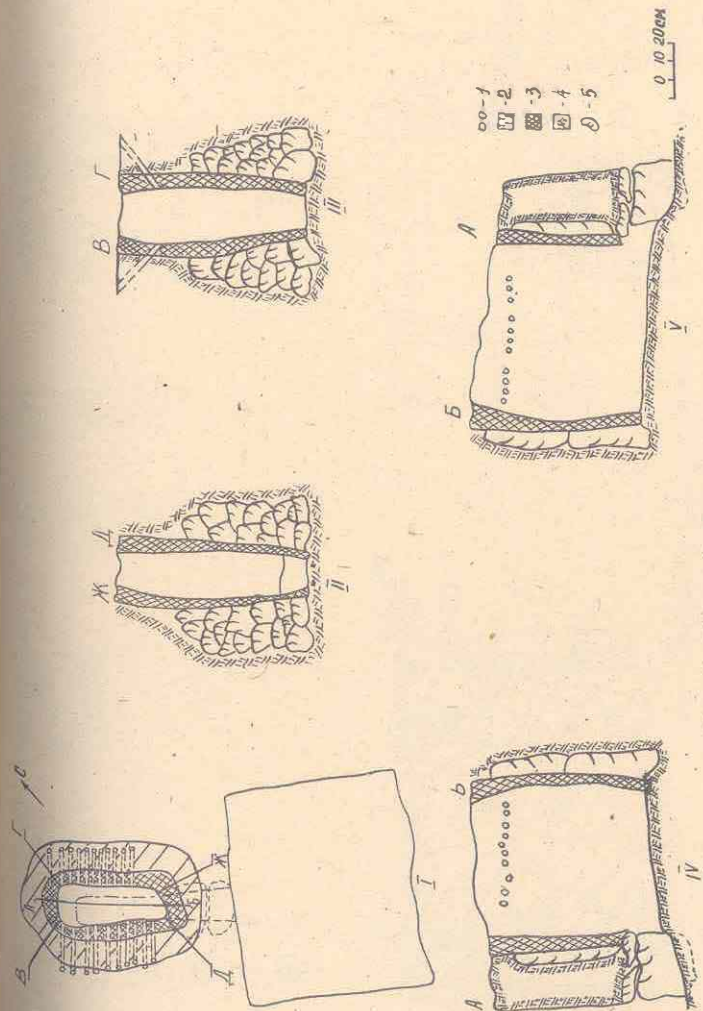
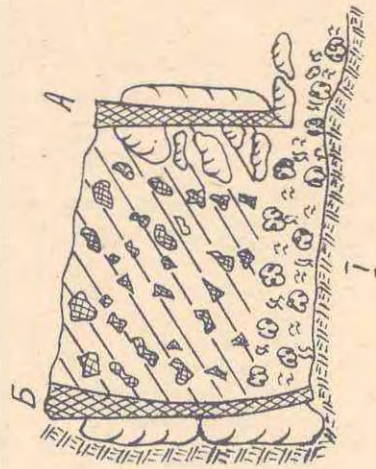


Рис. 11. Тургун-2. Сыродутная печь



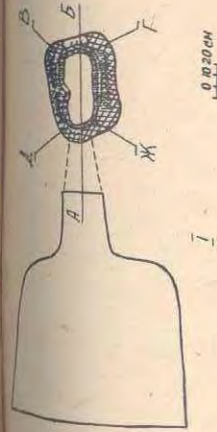


- 1
- 2
- ▨ 3
- ▩ 4
- 5

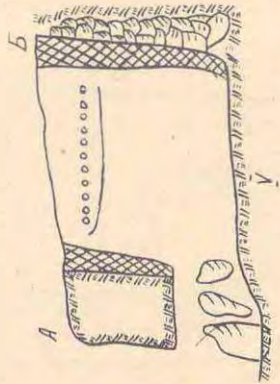
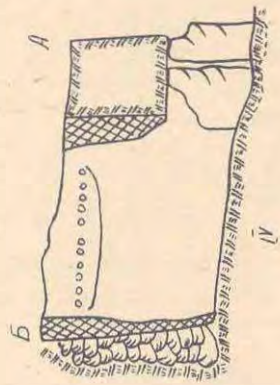
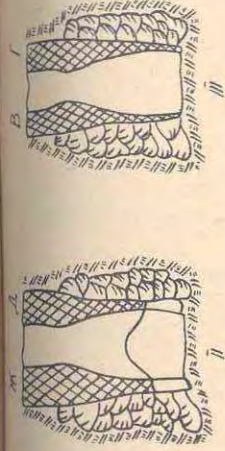


0 10 20 cm

Рис. 12. Тюргув-2. Сыродутная печь



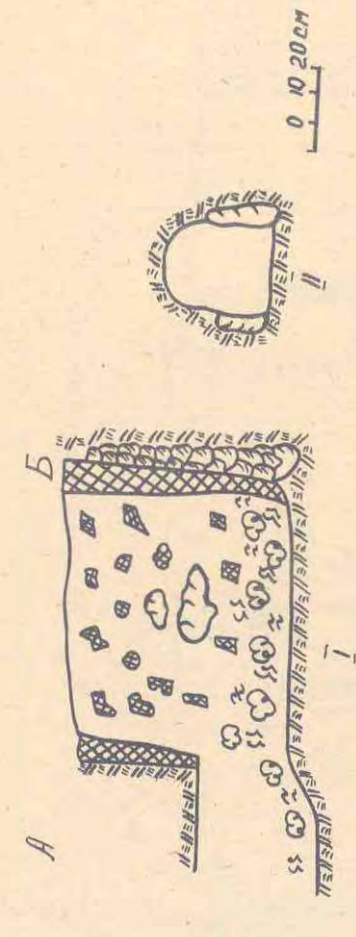
0 10 20 cm



0 10 20 cm

Рис. 13. Юстед-3. Сыродутная печь





- ▨ - 1
- ▤ - 2
- ▥ - 3
- ▧ - 4
- ▩ - 5

Рис. 14. Юстыд-3. Сыродутная печь.

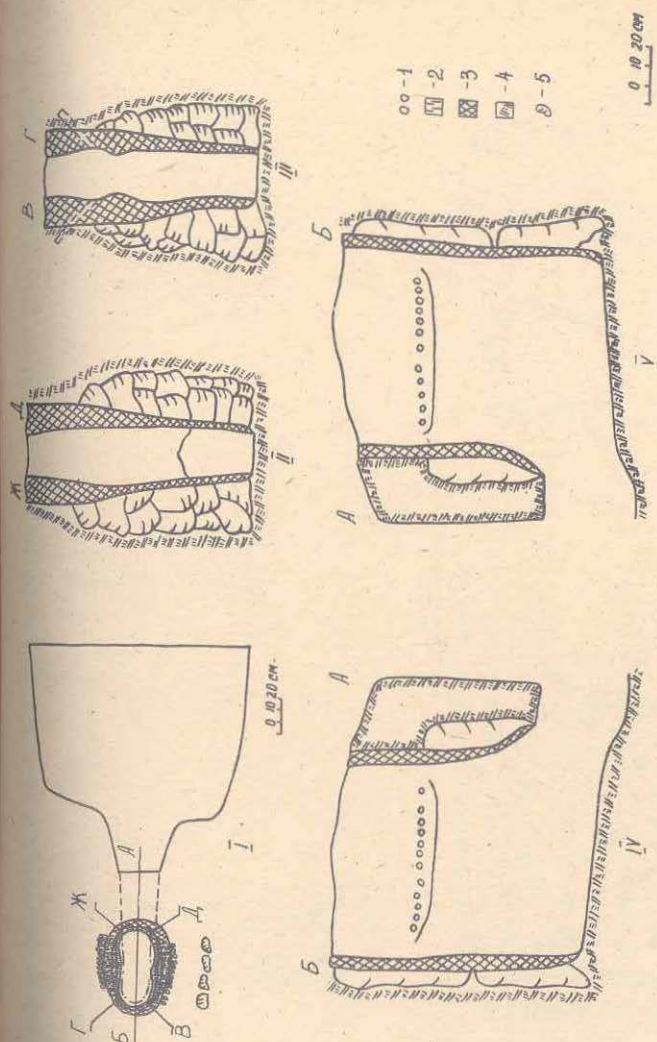
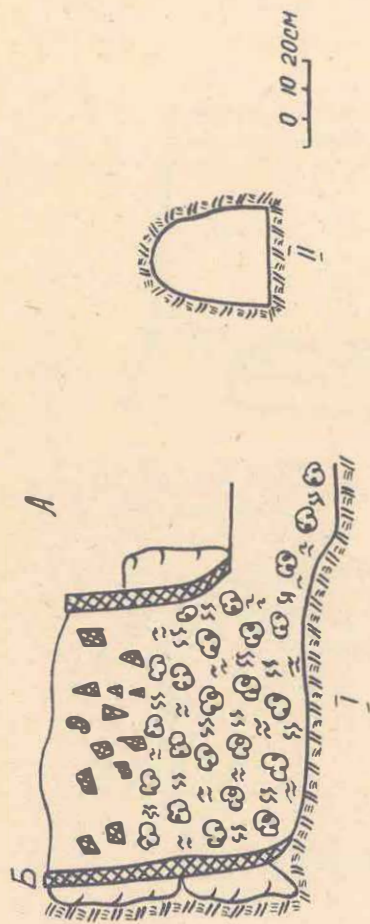


Рис. 15. Юстыд-4. Сыродутная печь.





- - 1
- - 2
- ▨ - 3
- ▩ - 4
- - 5

Рис. 16. Юстьд-4. Сыродутная печь

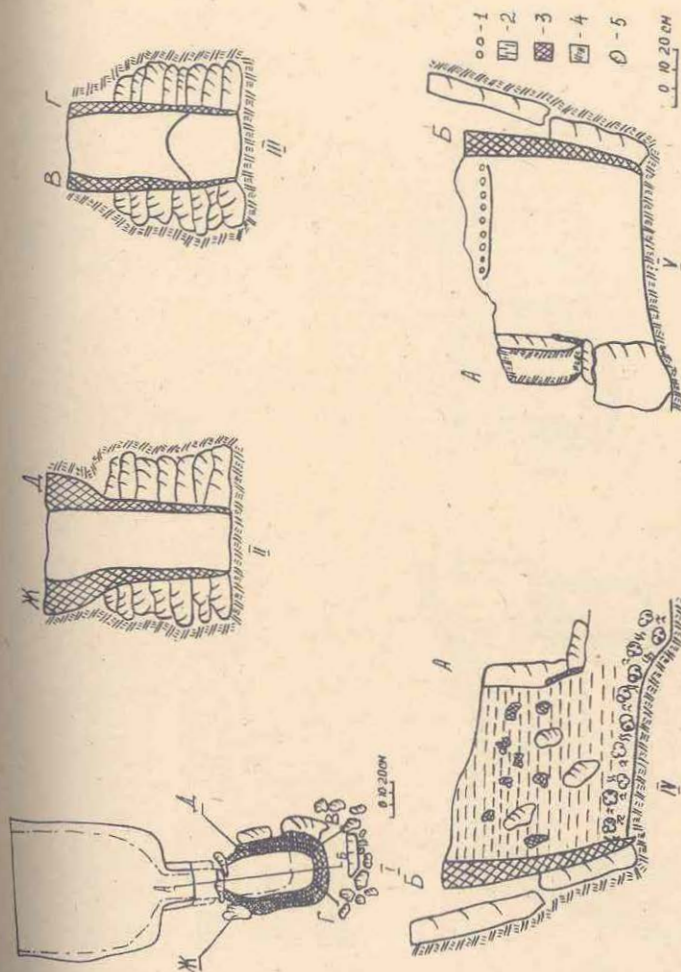


Рис. 17. Юстьд-5. Сыродутная печь



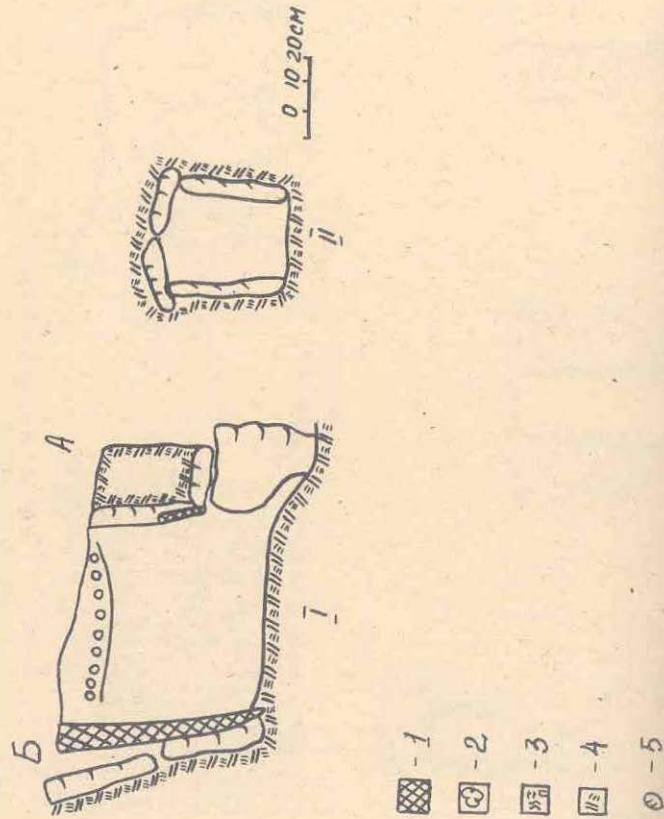


Рис. 18. Юстыл-5. Сыродутная печь

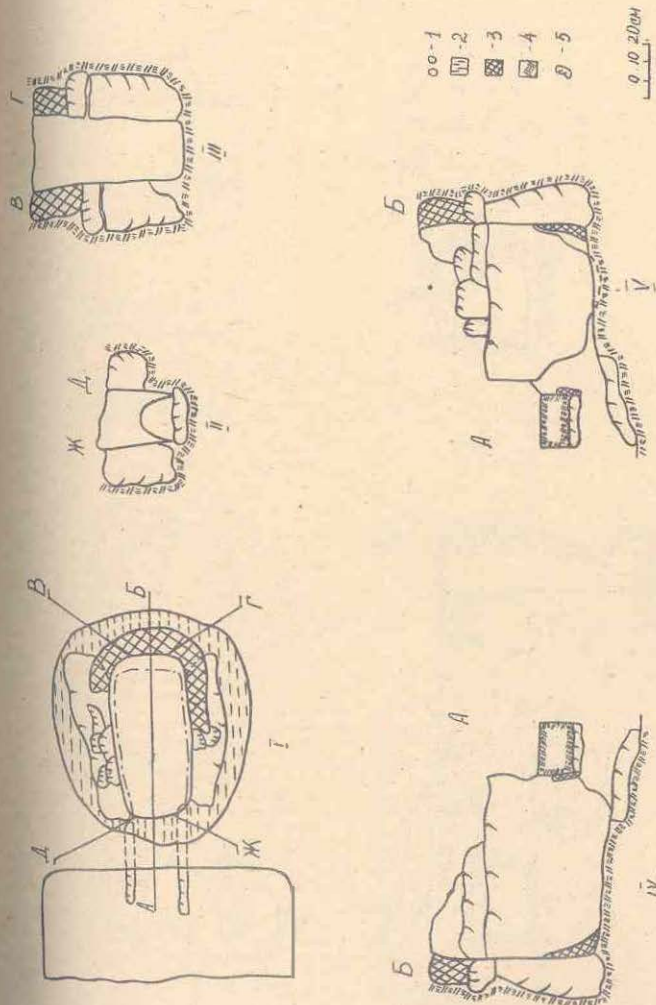


Рис. 19. Дерек-2. Сыродутная печь



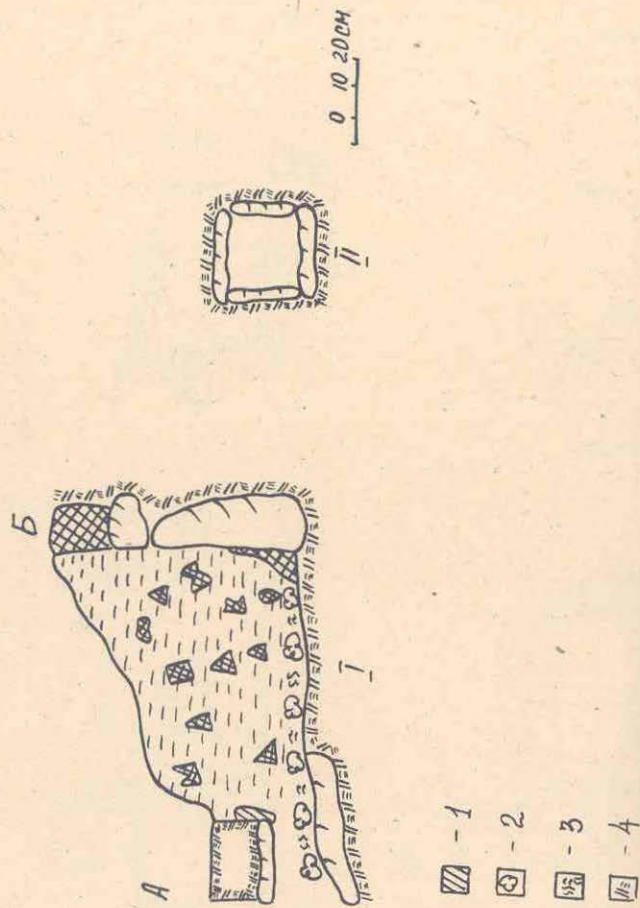


Рис. 20. Дерек-2. Сыродутная печь

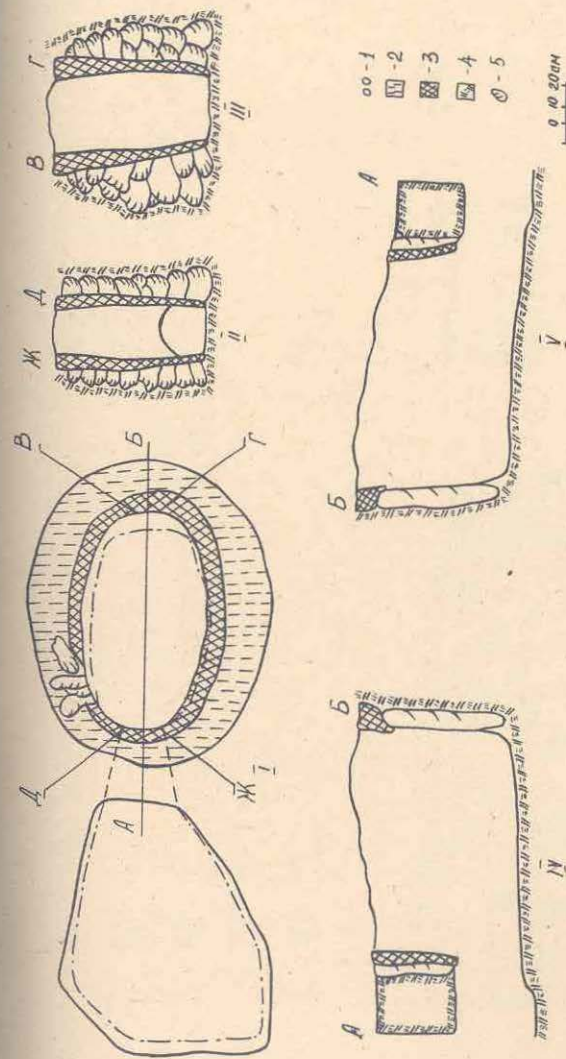


Рис. 21. Бугузн. Сыродутная печь № 1



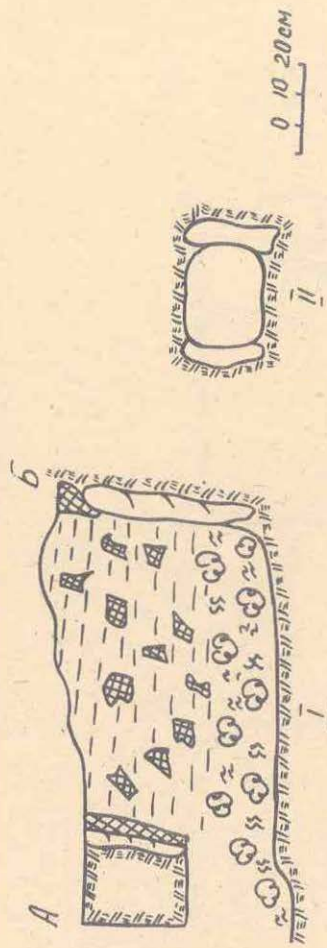


Рис. 22. Бугузн. Сыродутная печь. № 1

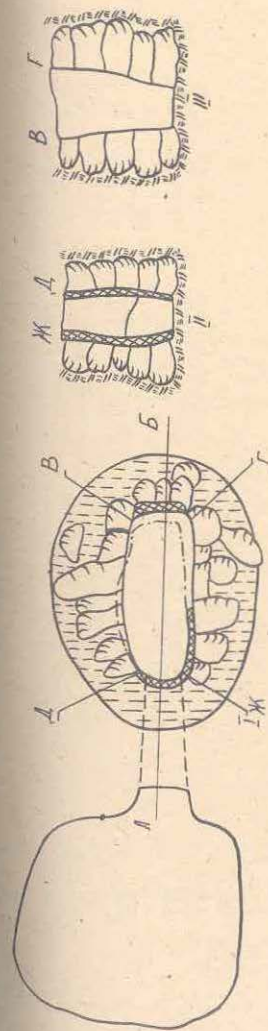


Рис. 23. Бугузн. Сыродутная печь № 2



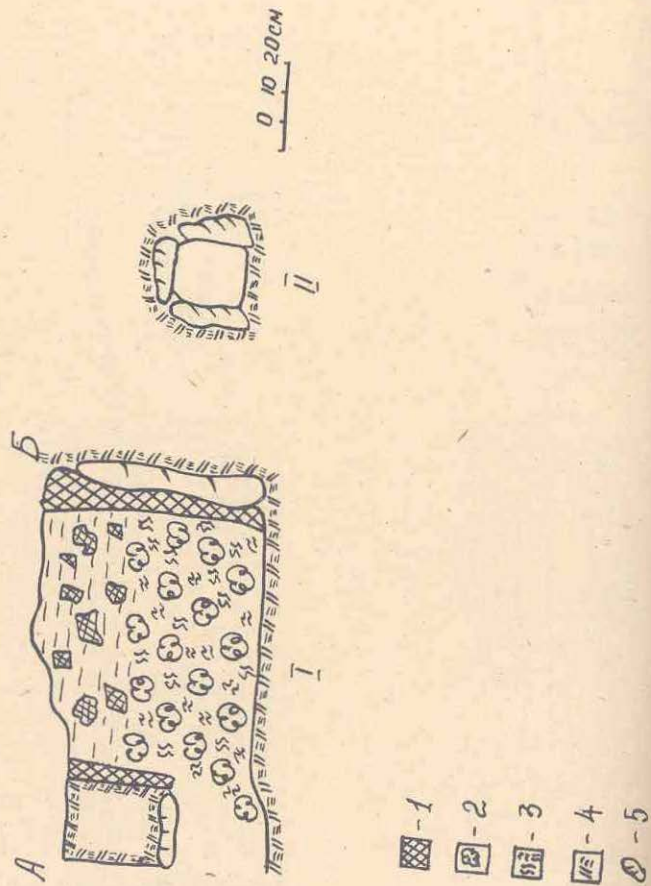


Рис. 24. Бугузун. Сыродутная печь № 2

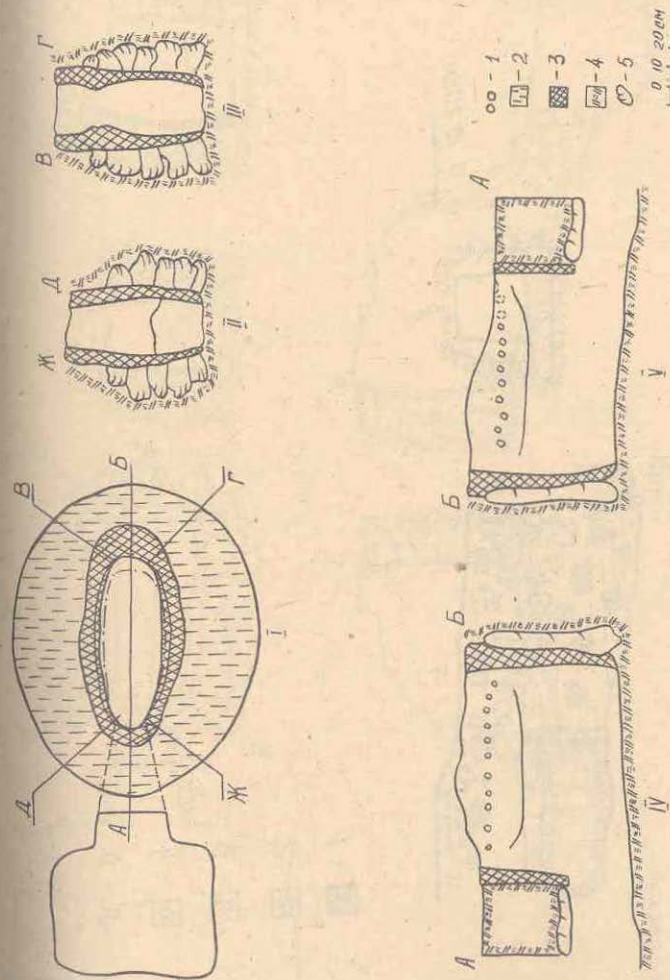


Рис. 25. Бугузун. Сыродутная печь № 3



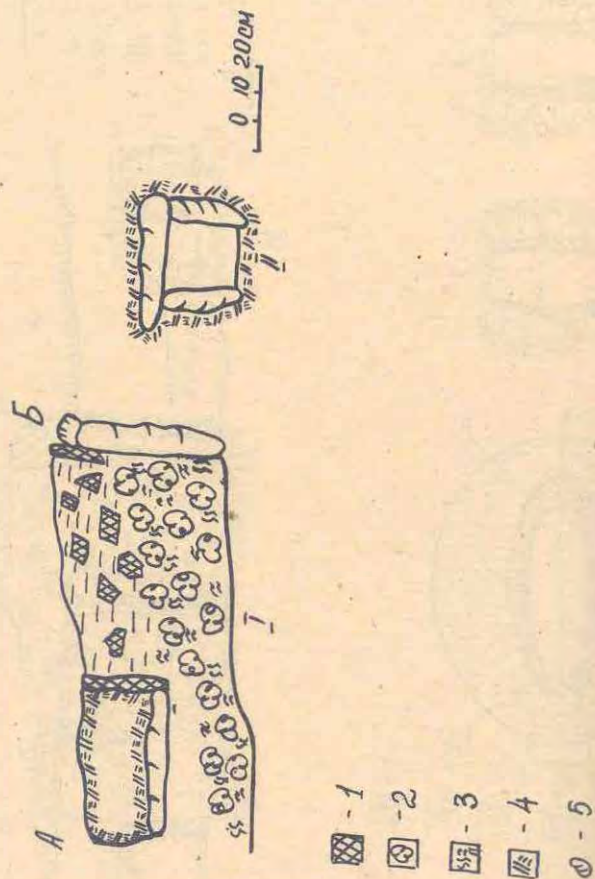


Рис. 26. Бугузун. Сыродутная печь № 3

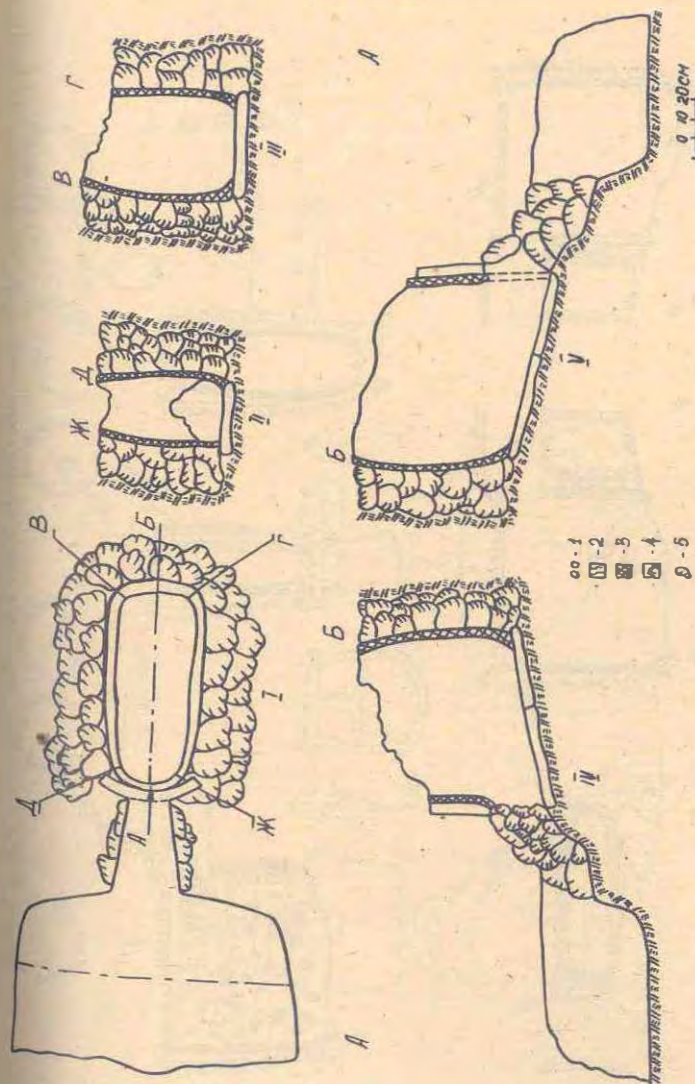


Рис. 27. Кузхтонар-1. Сыродутная печь № 2



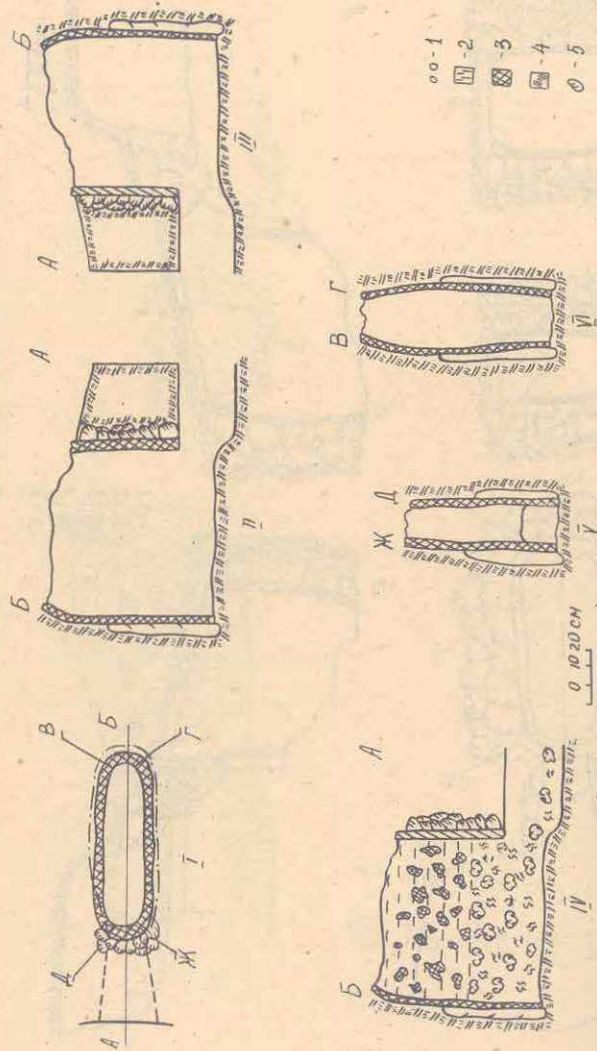


Рис. 28. Кузнецовар-2. Сыродутная печь

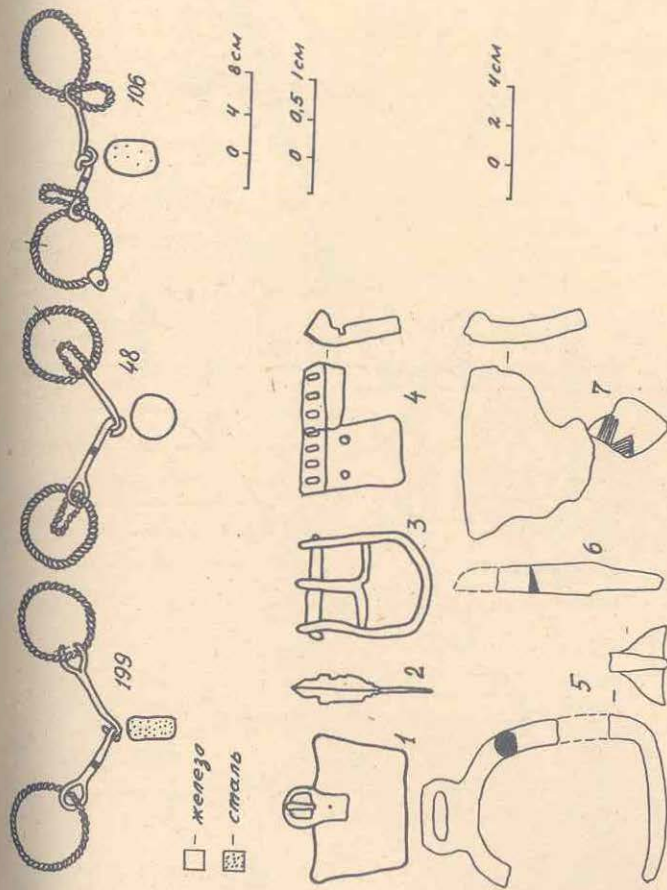


Рис. 29. Инвентарь памятников



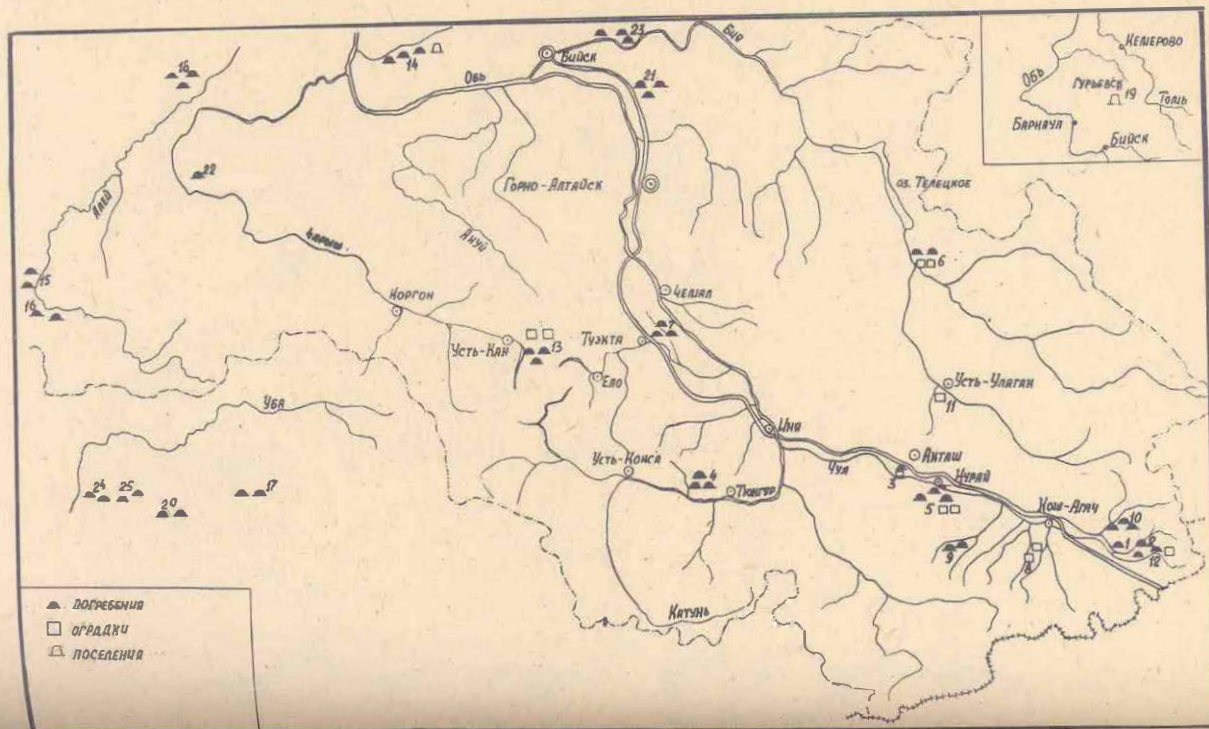


Рис. 30. Археологические памятники

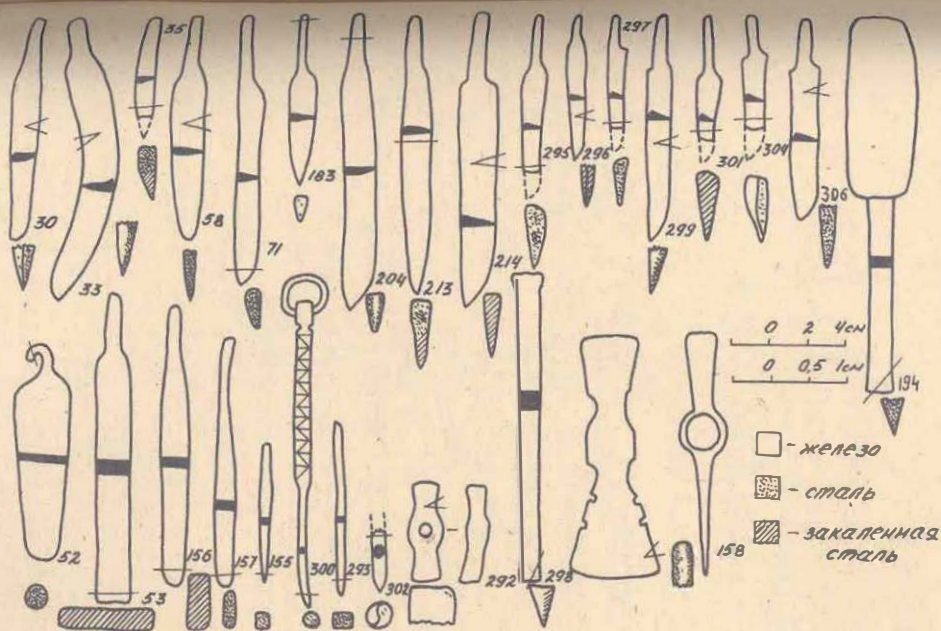


Рис. 31. Технологические схемы орудий труда



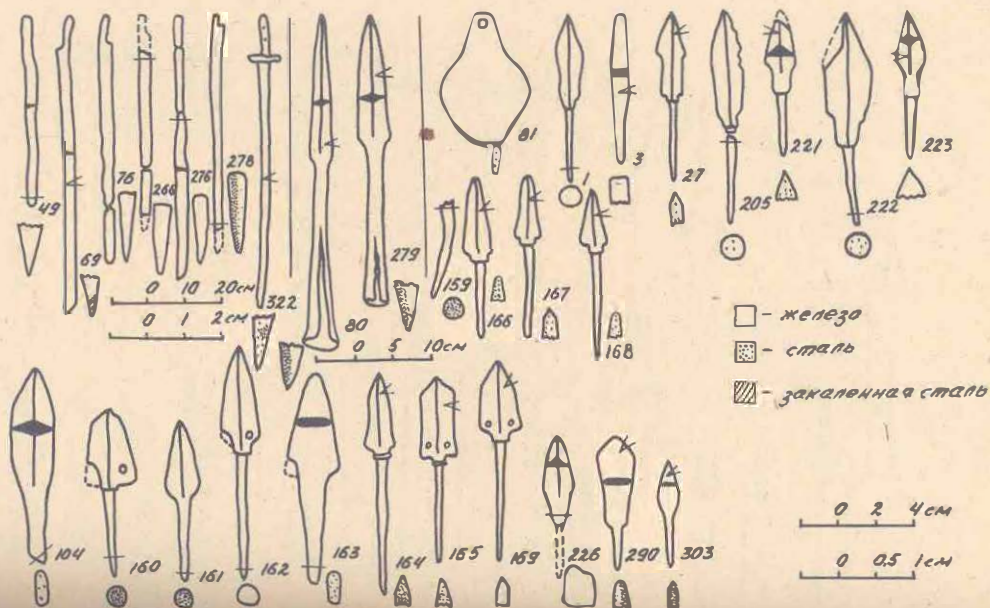


Рис. 32. Технологические схемы оружия.

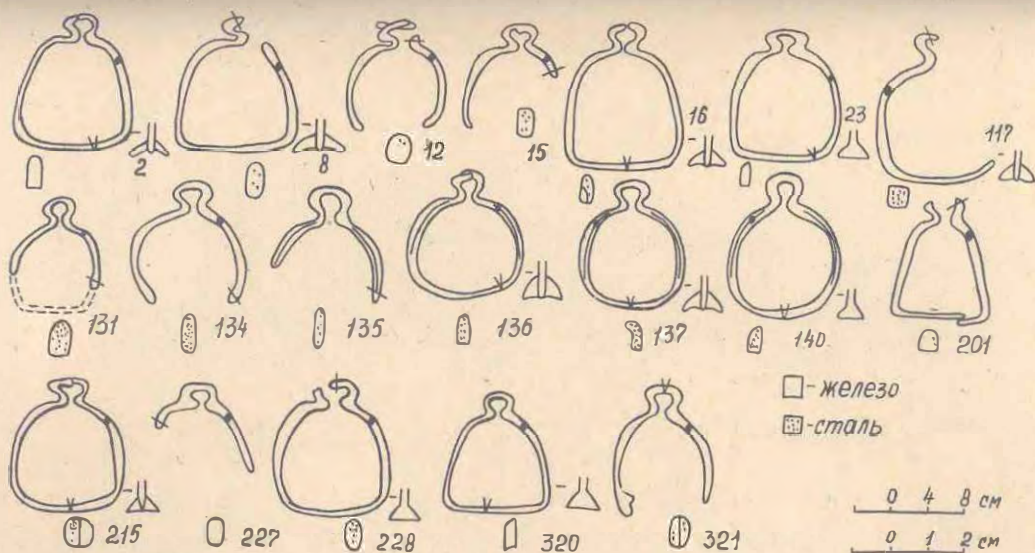


Рис. 33. Технологические схемы конской сбруи.



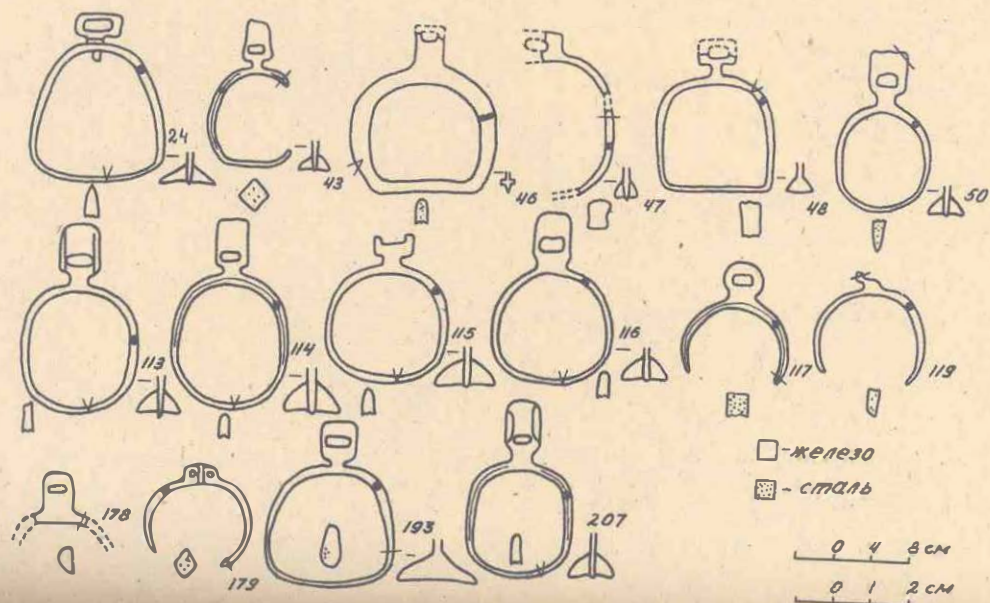


Рис. 34. Технологические схемы конской сбруи

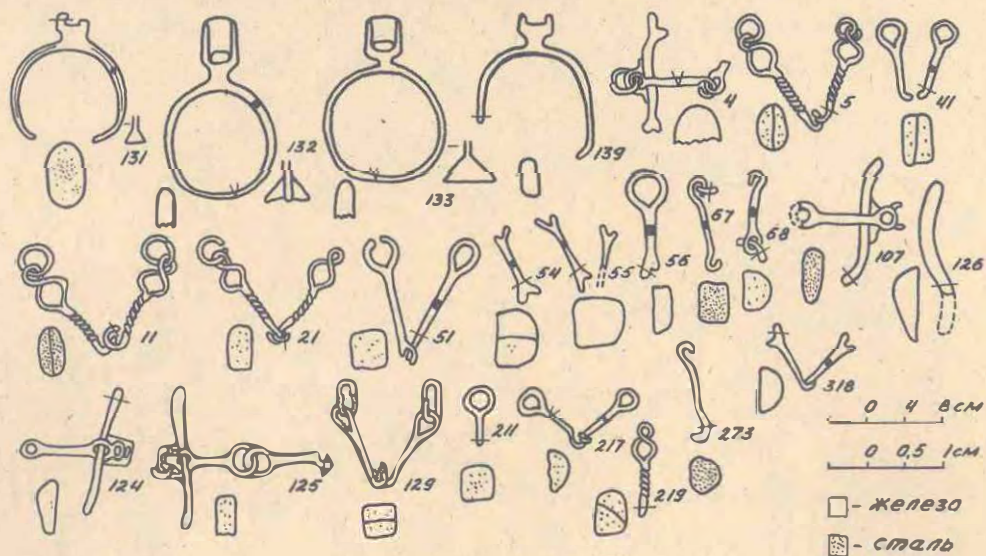


Рис. 35. Технологические схемы конской сбруи



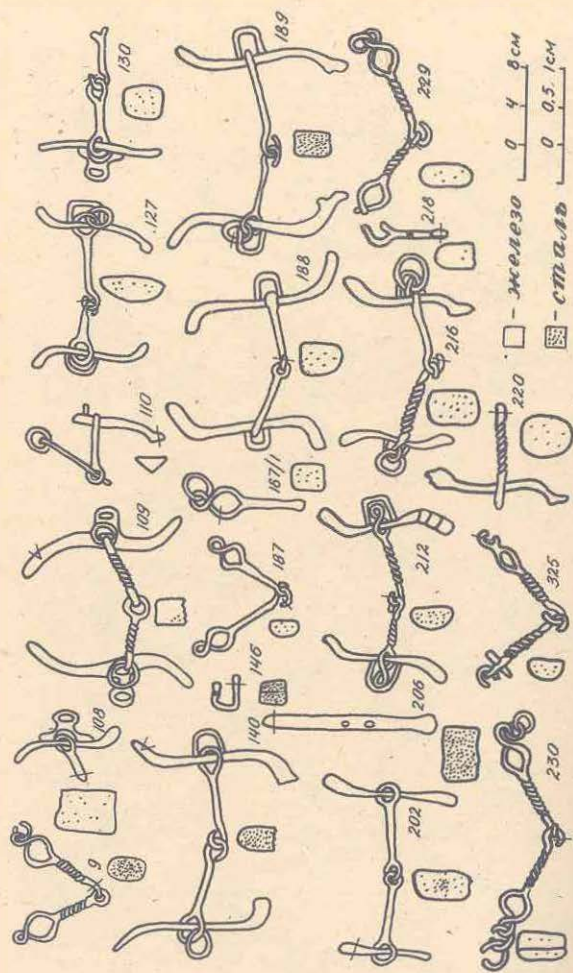


Рис. 36. Технологические схемы конской сбруи

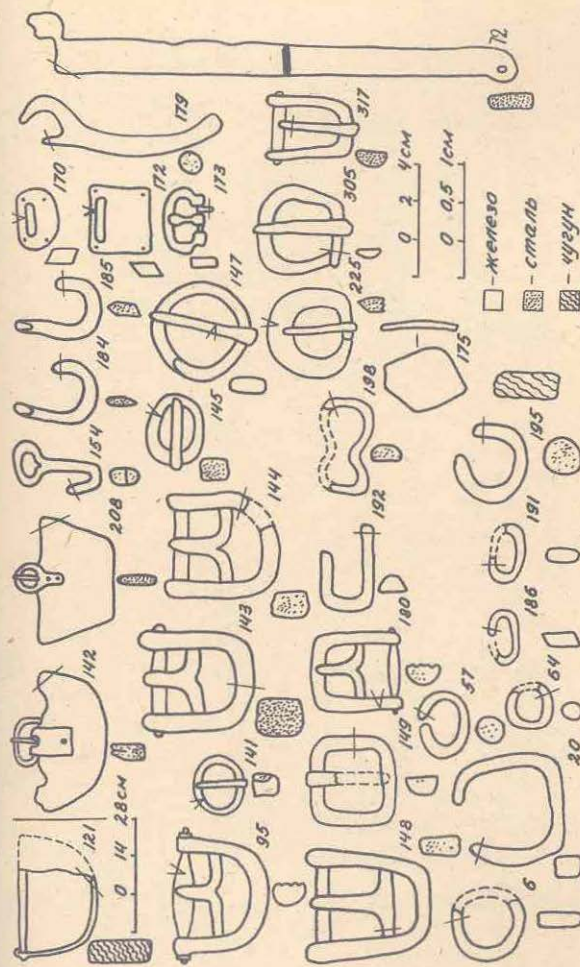


Рис. 37. Технологические схемы домашней утвари и принадлежностей костюма



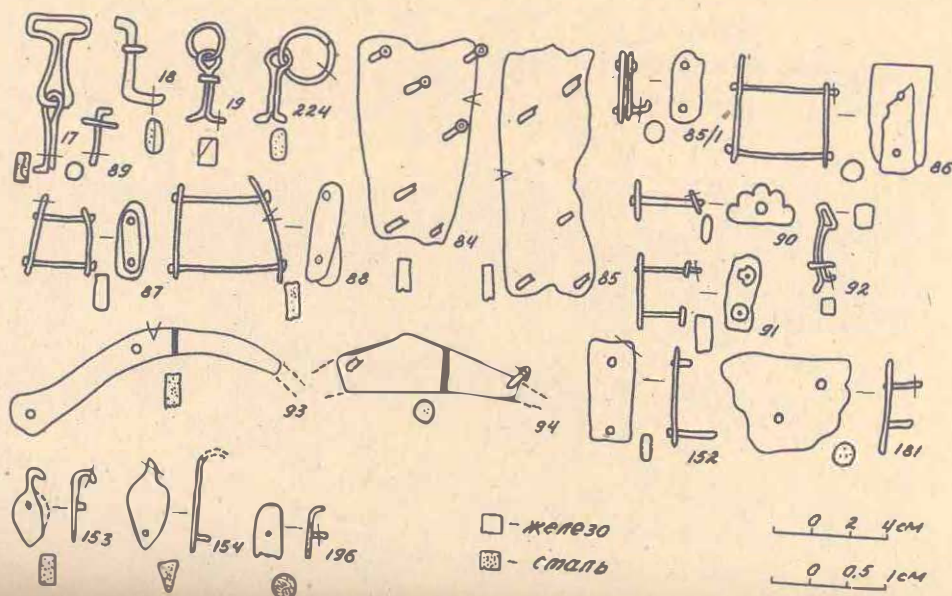


Рис. 38. Технологические схемы конской сбруи

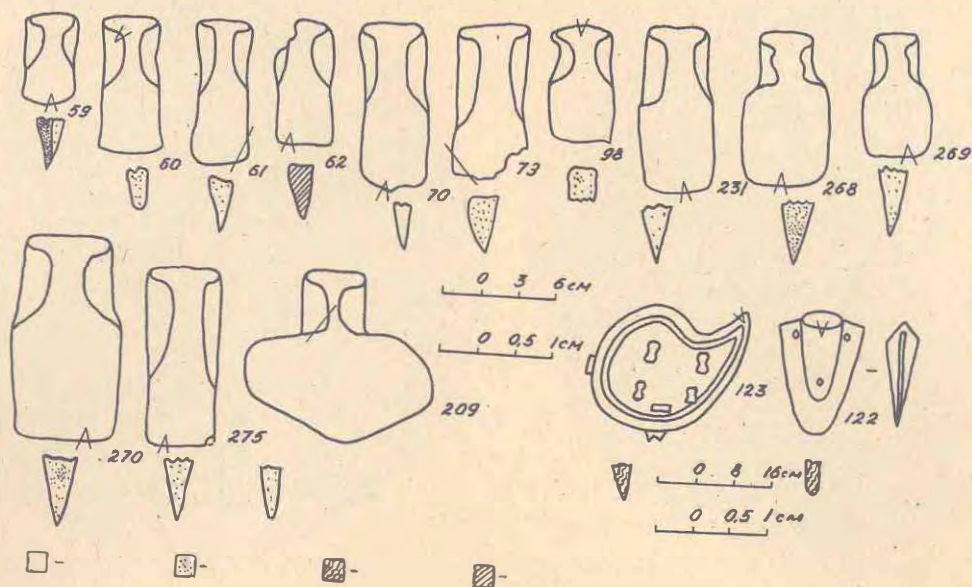
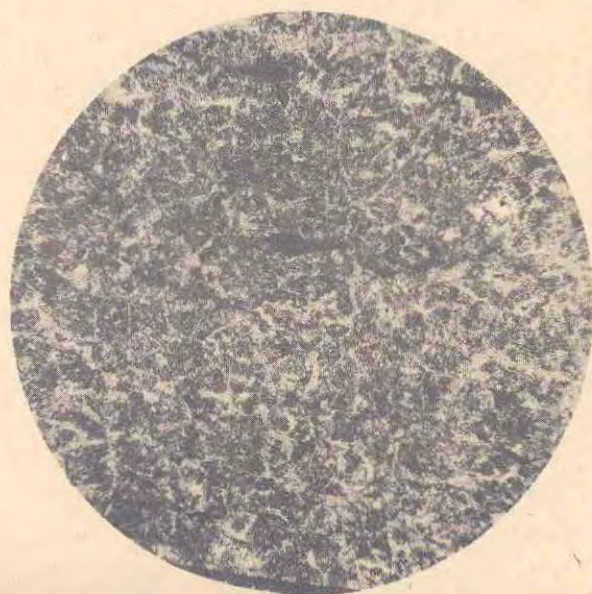
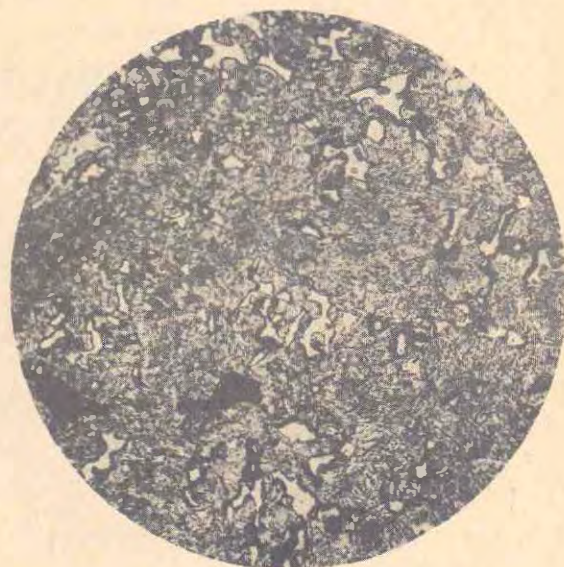


Рис. 39. Технологические схемы орудий труда

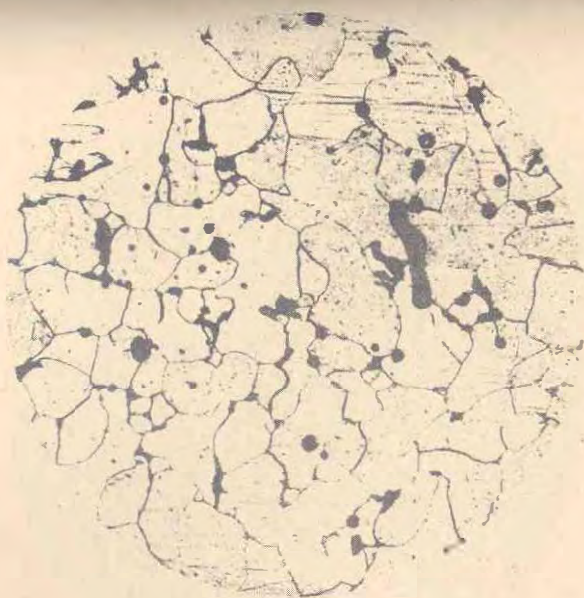




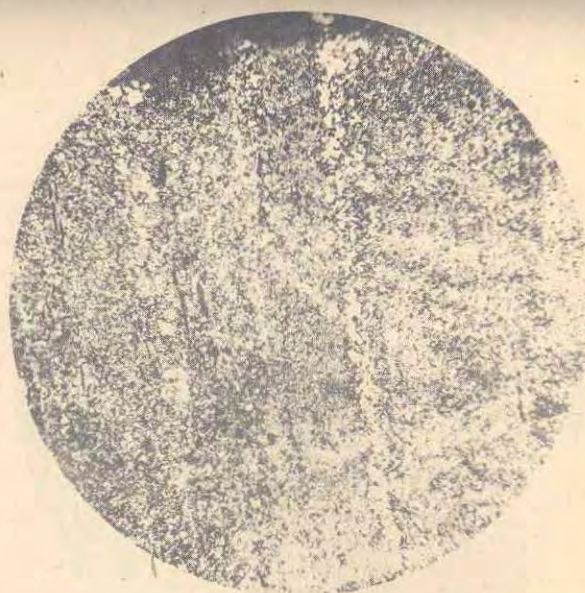
1



2



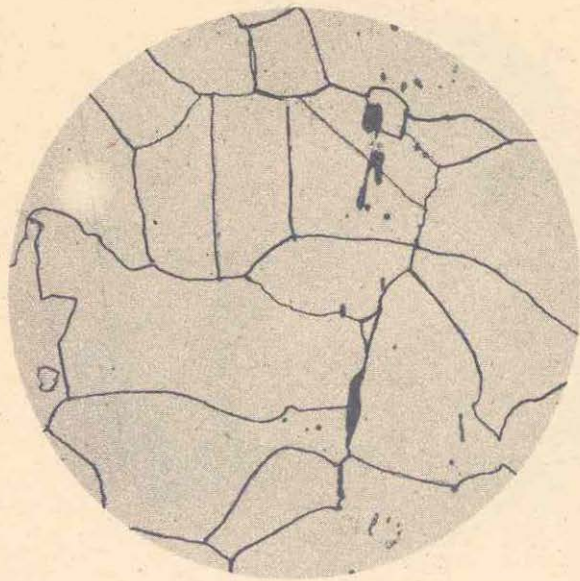
4



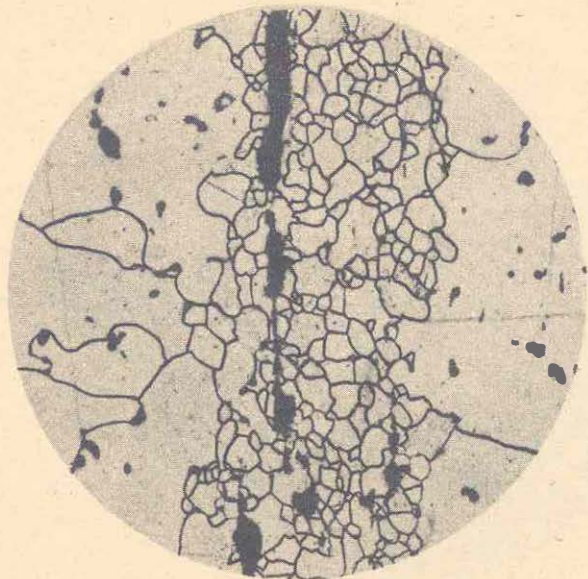
3

Рис. 40. Микроструктуры: 1—ан. 35, ув. 100; 2—ан. 156, ув. 320; 3—ан. 53, ув. 100; 4—ан. 63, ув. 200

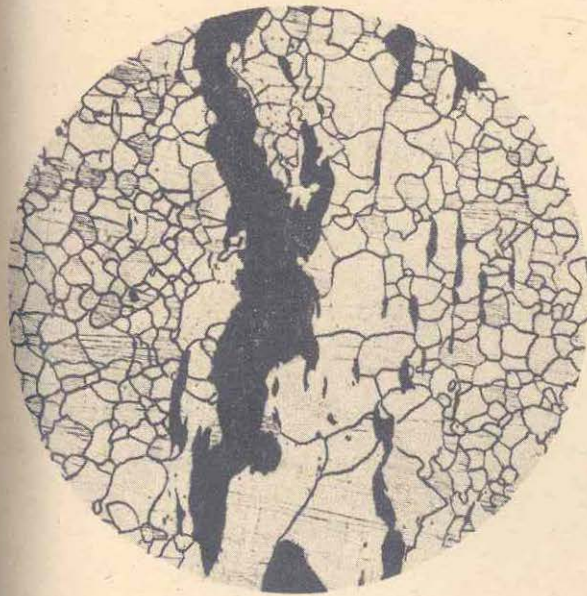




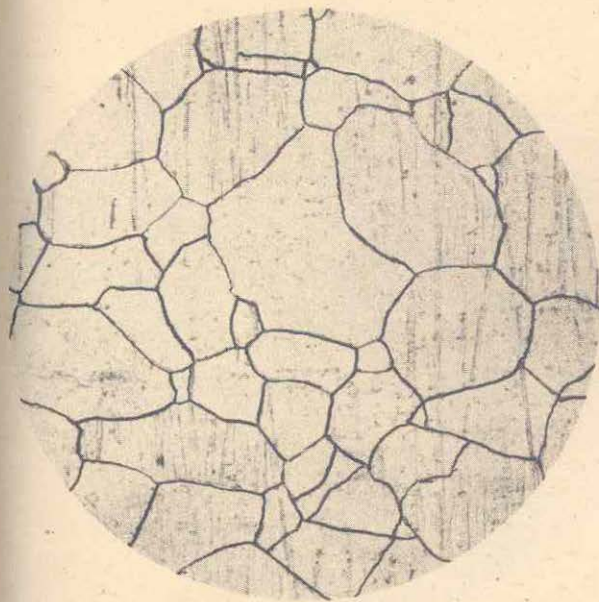
1



2



3



4

Рис. 41. Микроструктуры. 1—ан. 49, ув. 120; 2—ан. 49, ув. 120; 3—ан. 76, ув. 70; 4—ан. 76, ув. 340

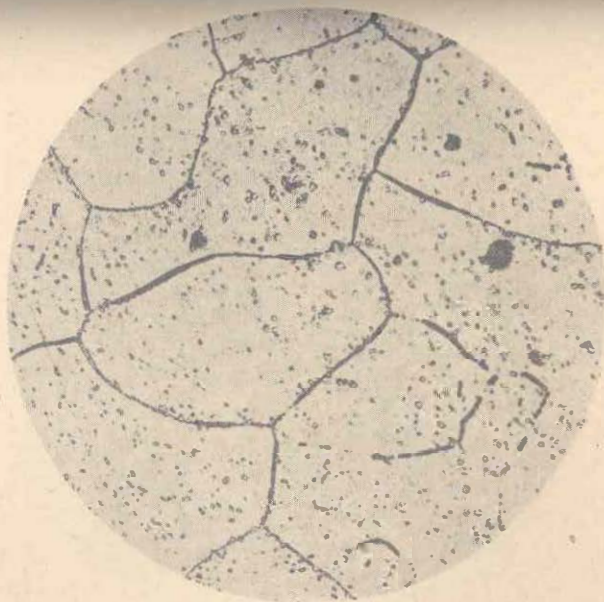




1



2



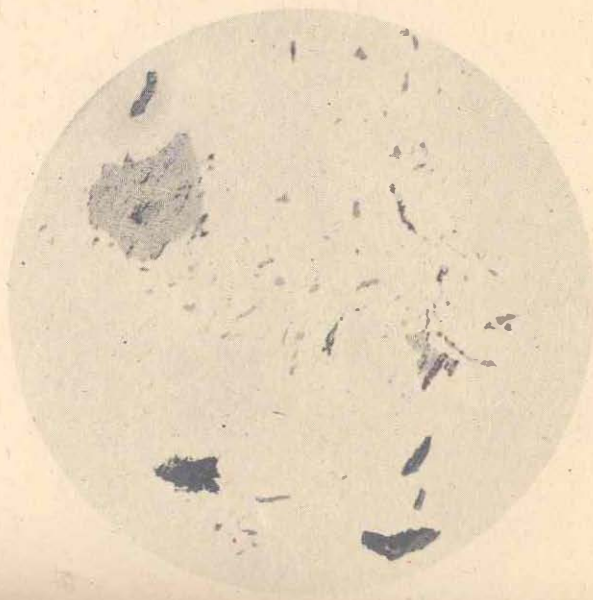
3



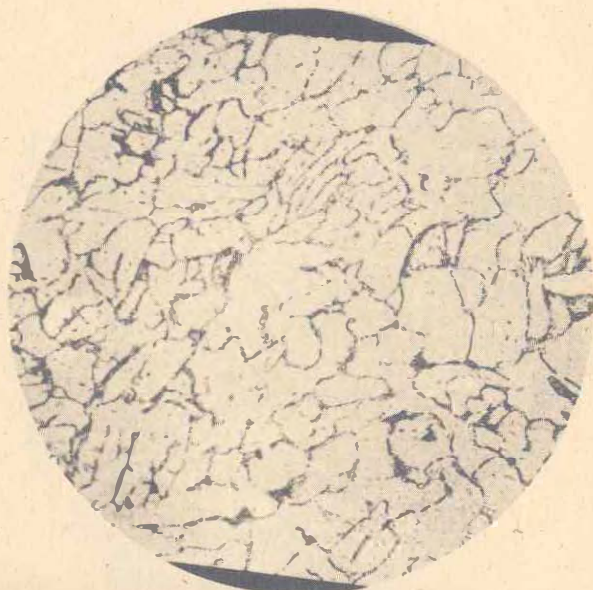
4

Рис. 42. Микроструктуры. 1—ан. 2, ув. 100; 2—ан. 48, ув. 100; 3—ан. 139, ув. 100; 4—ан. 139, ув. 100





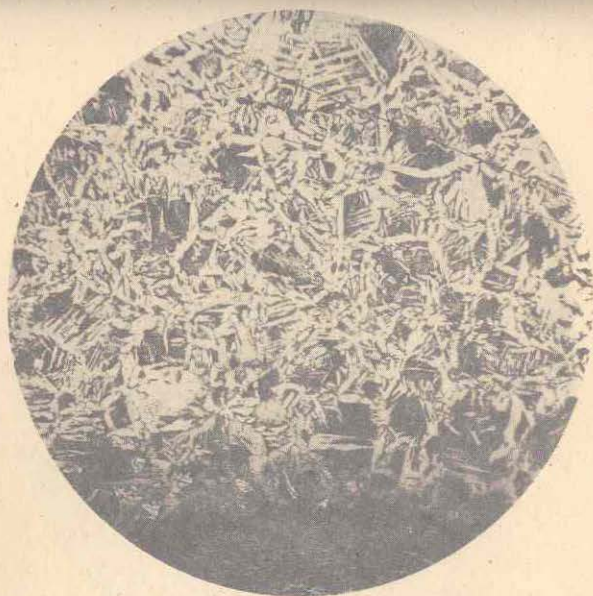
1



2



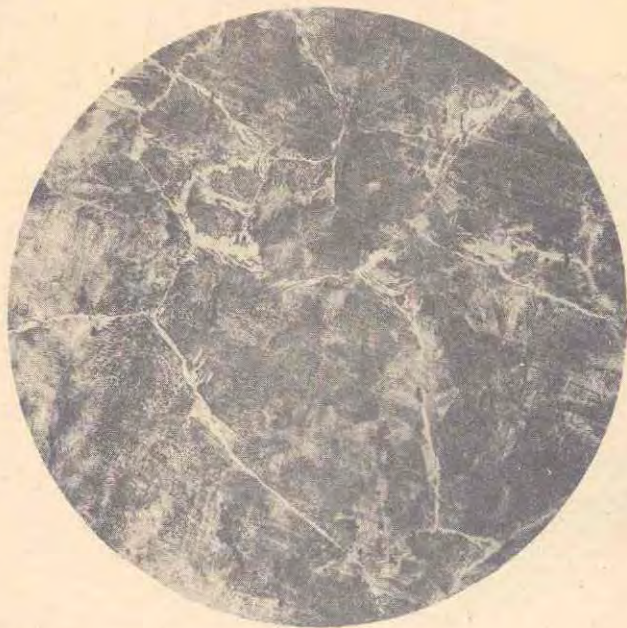
3



4

Рис. 43. Микроструктуры. 1 — ан. 31, ув. 100; 2 — ан. 159, ув. 340; 3 — ан. 184, ув. 340; 4 — ан. 138, ув. 100





1



2



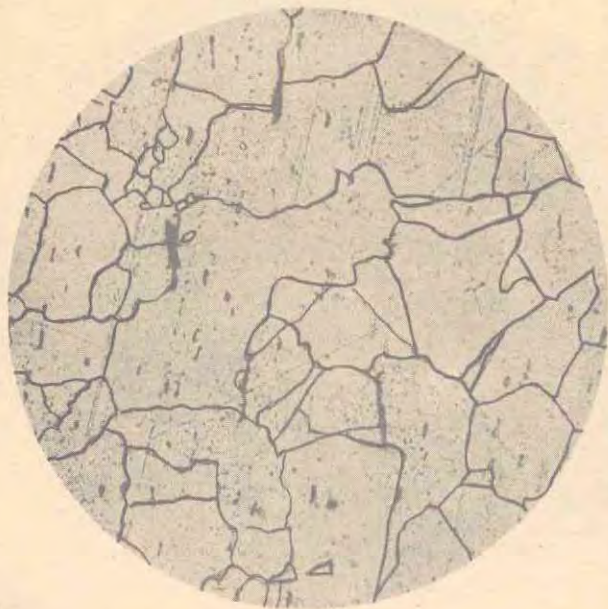
3



4

Рис. 44. Микроструктуры. 1—ан. 31, ув. 100; 2—ан. 51, ув. 100; 3—ан. 219, ув. 100; 4—ан. 219, ув., 100





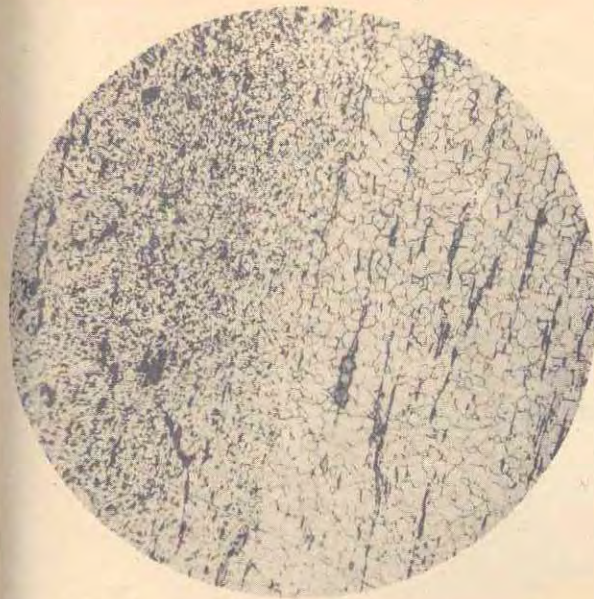
1



2



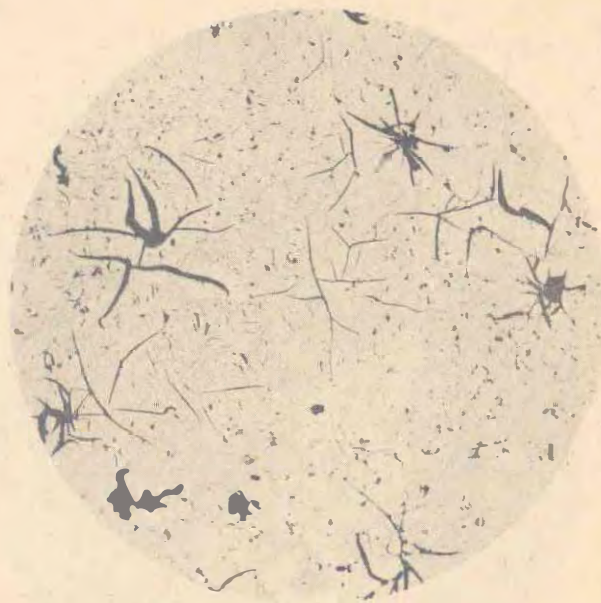
3



4

Рис. 45. Микроструктуры. 1—ан. 124, ув. 340; 2—ан. 193, ув. 100; 3—ан. 153, ув. 340; 4—ан. 17, ув. 100





1



2



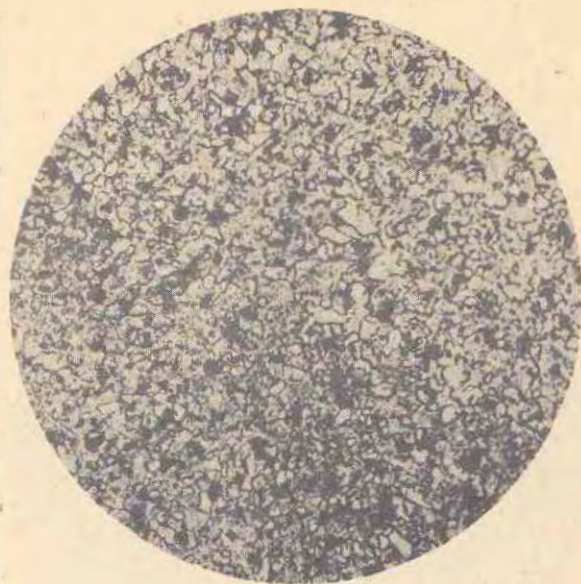
3



4

Рис. 46. Микроструктуры. 1—ан. 121, ув. 100; 2—ан. 121, ув. 340; 3—ан. 121, ув. 340; 4—ан. 173, ув. 340





1



2



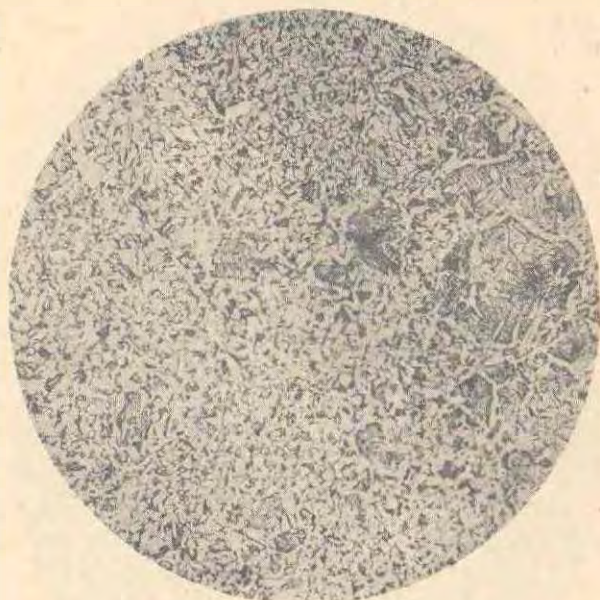
3



4

Рис. 47. Микроструктуры. 1—ан. 301, ув. 340; 2—ан. 30, ув. 100; 3—ан. 214, ув. 100;  
4—ан. 214, ув. 100

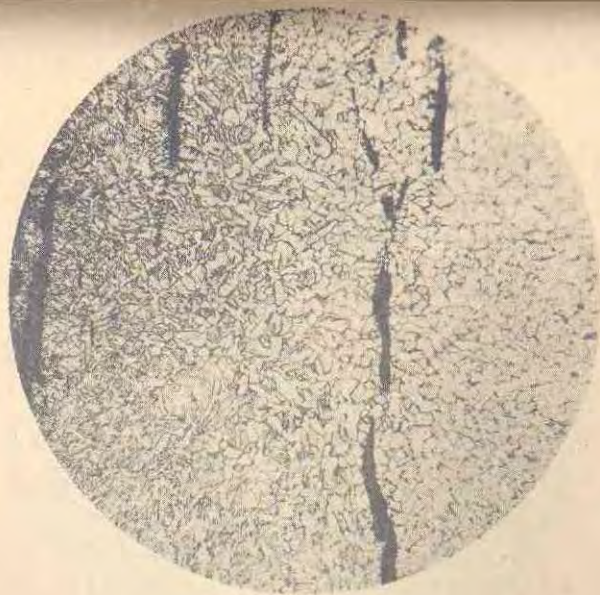




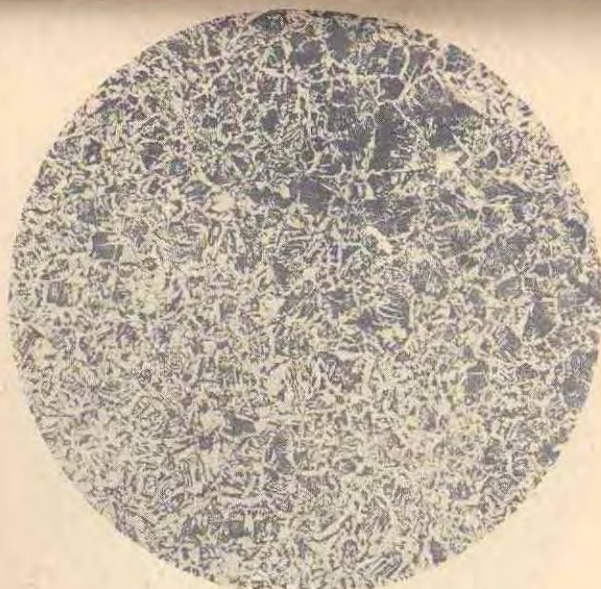
1



2



3



4

Рис. 48. Микроструктуры. 1—ан. 61, ув. 100; 2—ан. 62, ув. 400; 3— —ан. 158, ув. 100;  
4—ан. 209, ув. 70





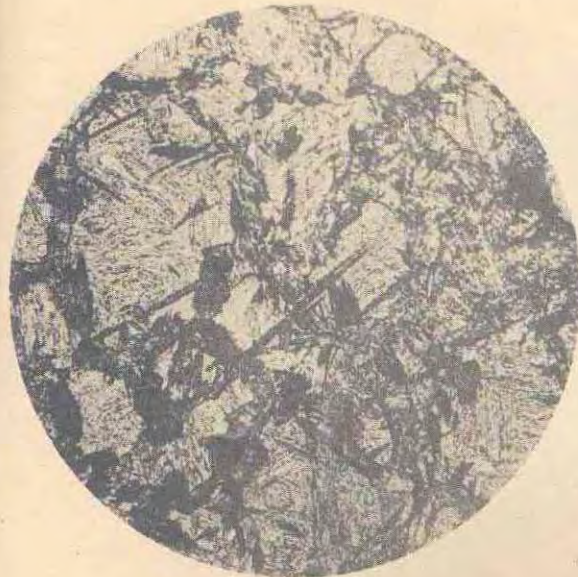
1



2



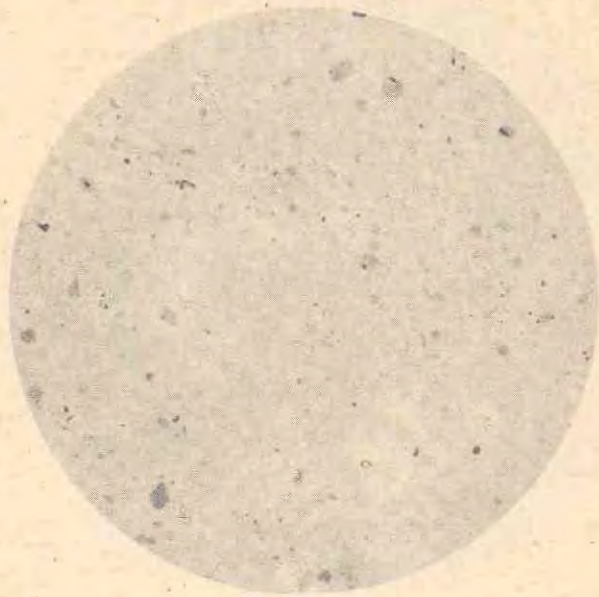
3



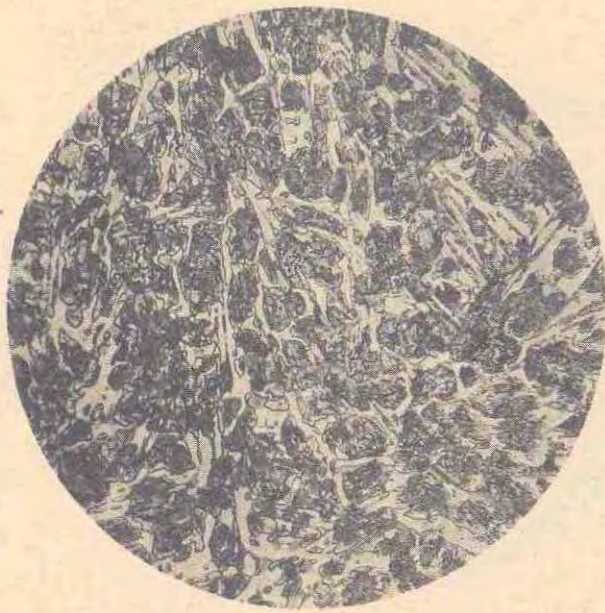
4

Рис. 49. Микроструктуры. 1 — ан. 194, ув. 100; 2 — ан. 194, ув. 340; 3 — ан. 298, ув. 340; 4 — ан. 298, ув. 340





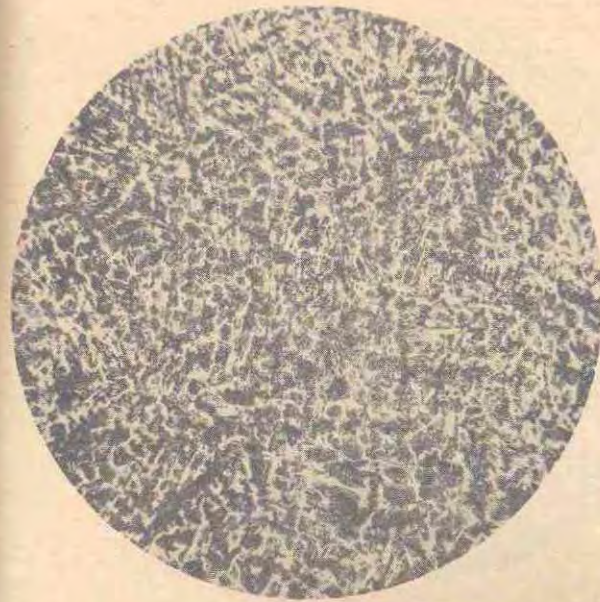
1



2



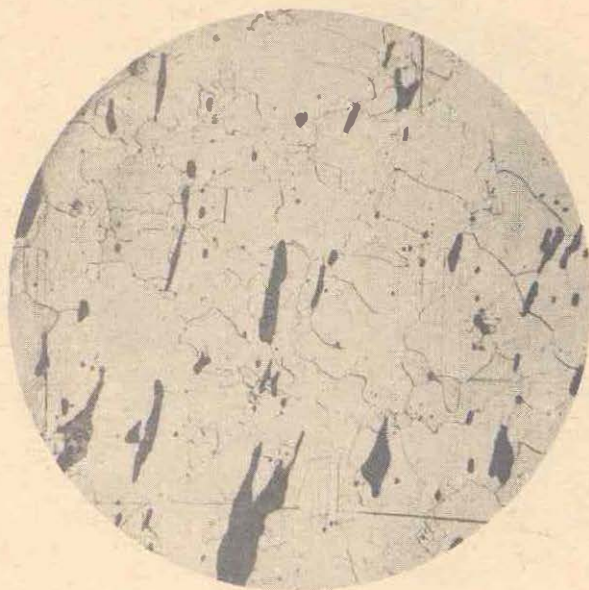
3



4

Рис. 50. Микроструктуры. 1 — ан, 123, ув. 300; 2 — ан, 123, ув. 300; 3 — ан, 175, ув. 300; 4 — ан, 122, ув. 100

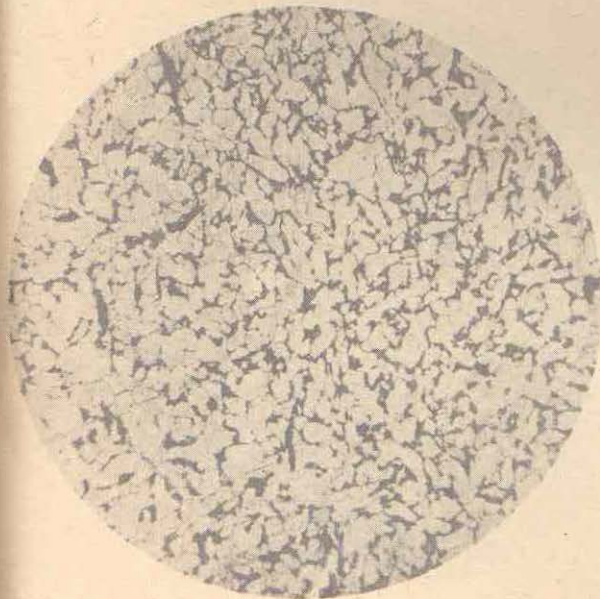




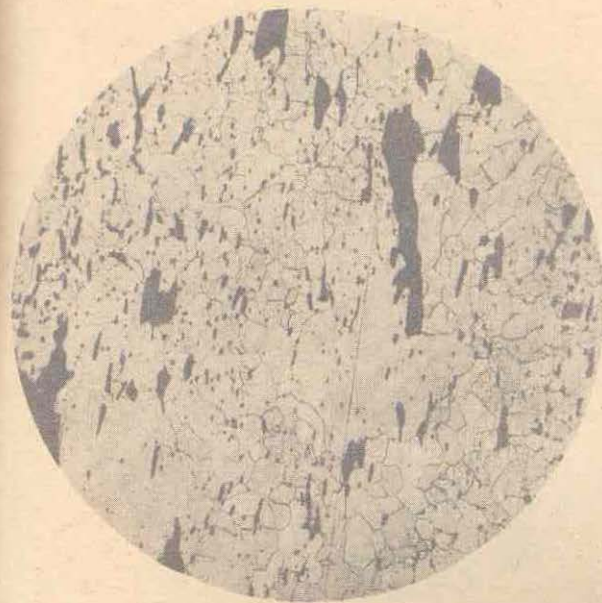
1



2



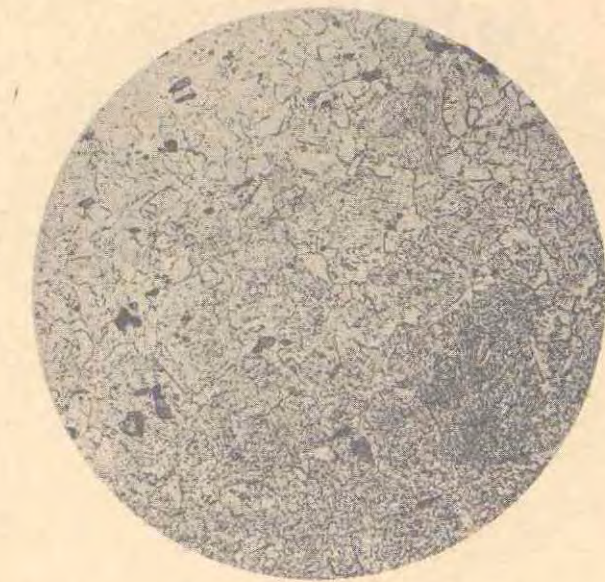
3



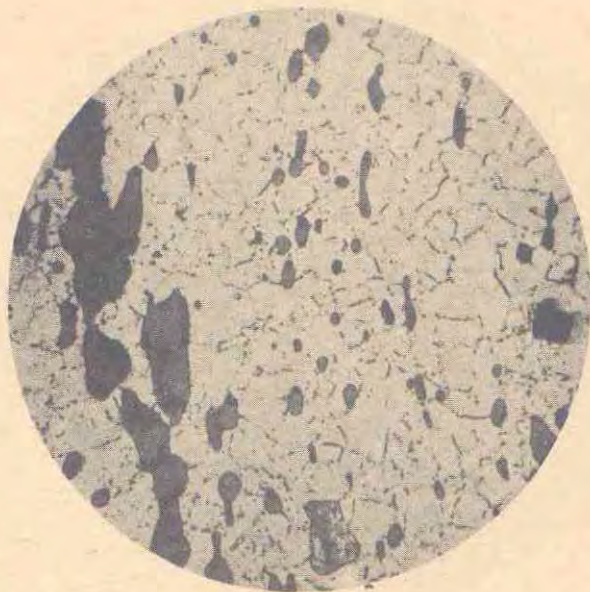
4

Рис. 51. Микроструктуры. 1 — ан. 69, ув. 100; 2 — ан. 69, ув. 100; 3 — ан. 278, ув. 100; 4 — ан. 278

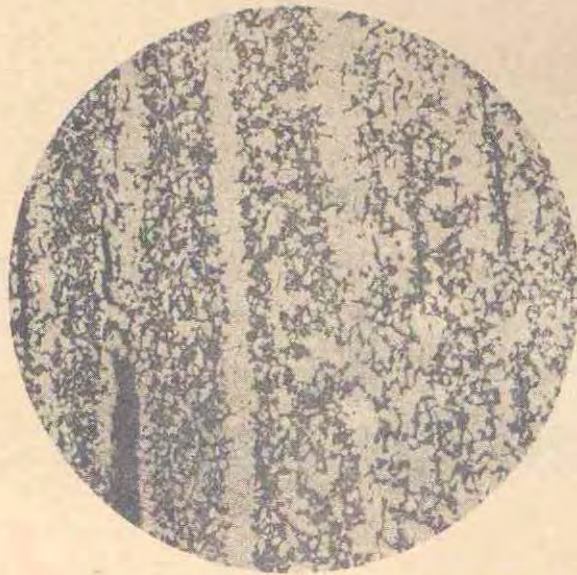




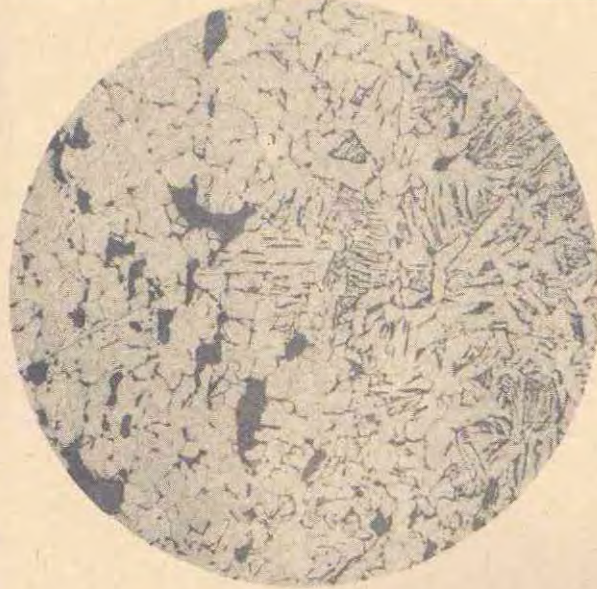
1



2



3



4

Рис. 52. Микроструктуры. 1 — ан. 279, ув. 120; 2 — ан. 279, ув. 340; 3 — ан. 80, ув. 120; 4 — ан. 226, ув. 100



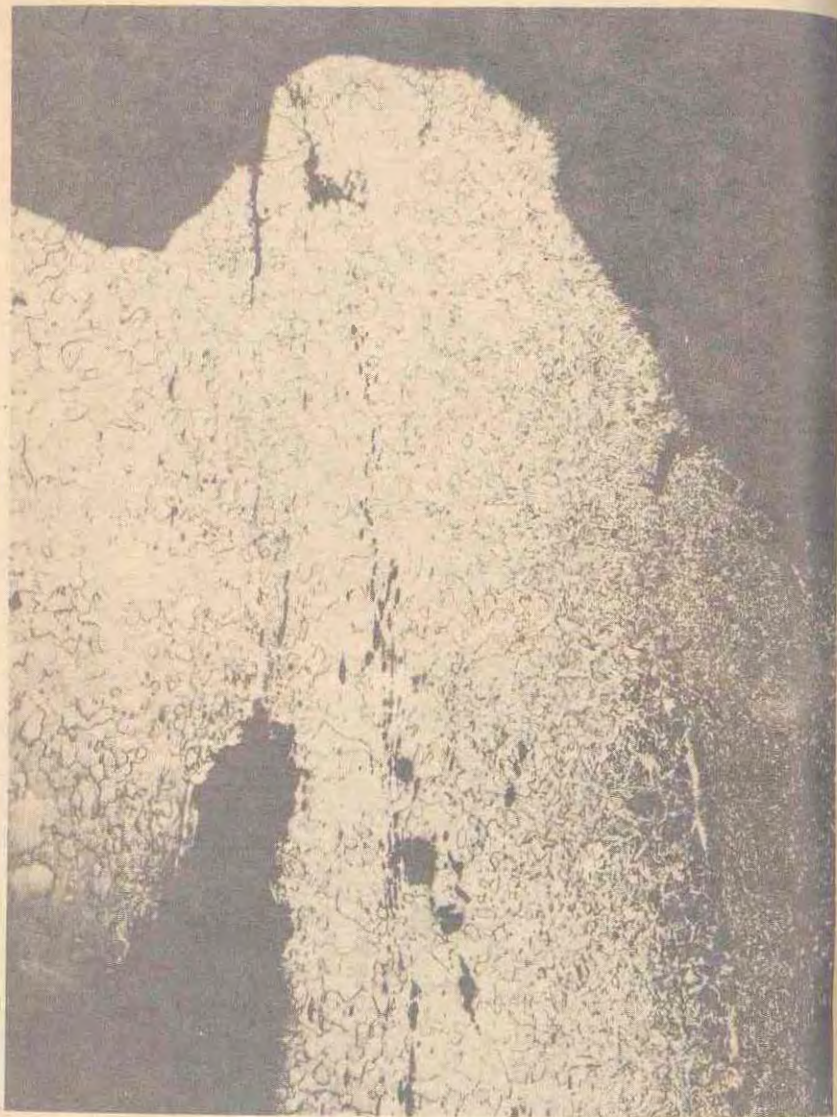


Рис. 53. Микроструктура. Ал. 215, ув. 50

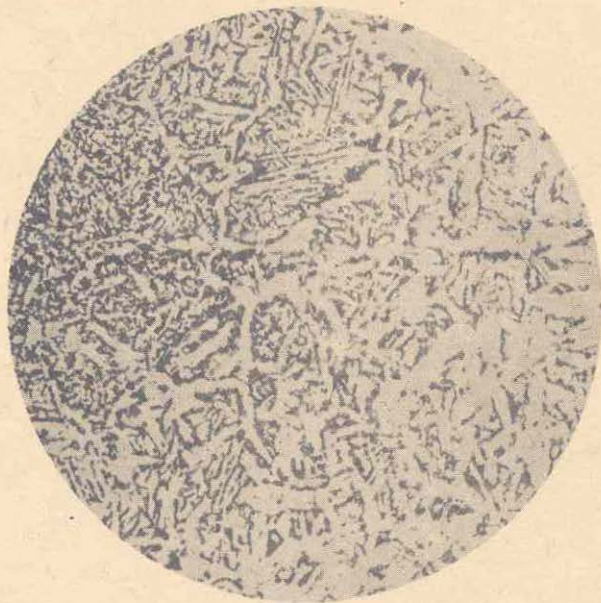


Рис. 54. Микроструктура отожженной стали. Ал. 215, ув. 50

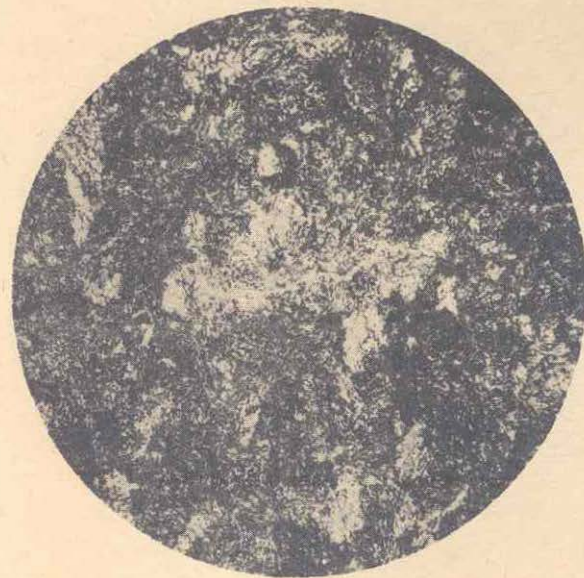




1



2



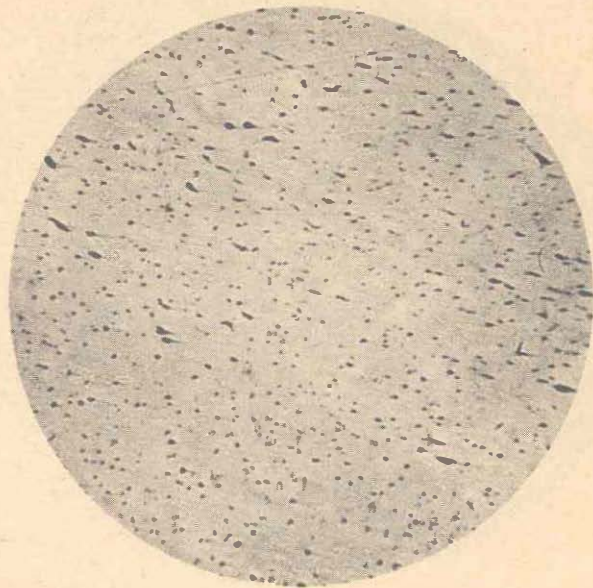
3



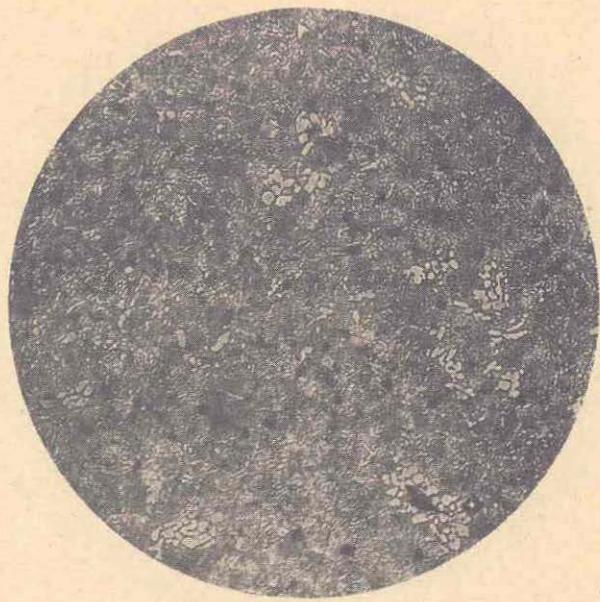
4

Рис. 55. Микроструктуры. 1 — ан. 5, ув. 100; 2 — ан. 216, ув. 100; 3 — ан. 229, ув. 340; 4 — ан. 5, ув. 100

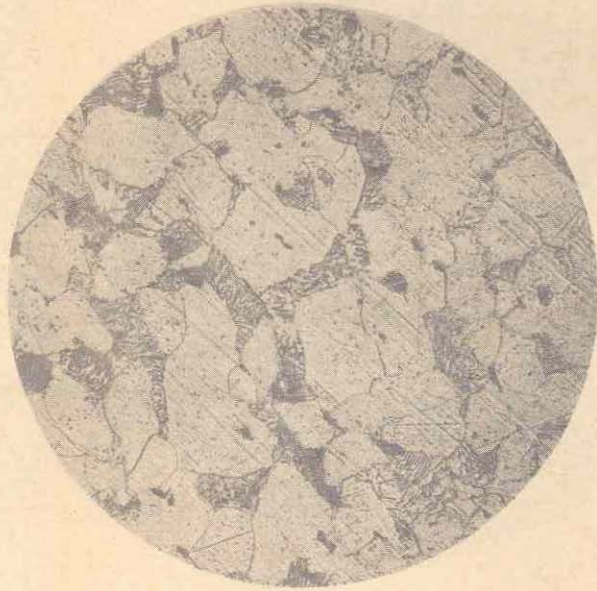




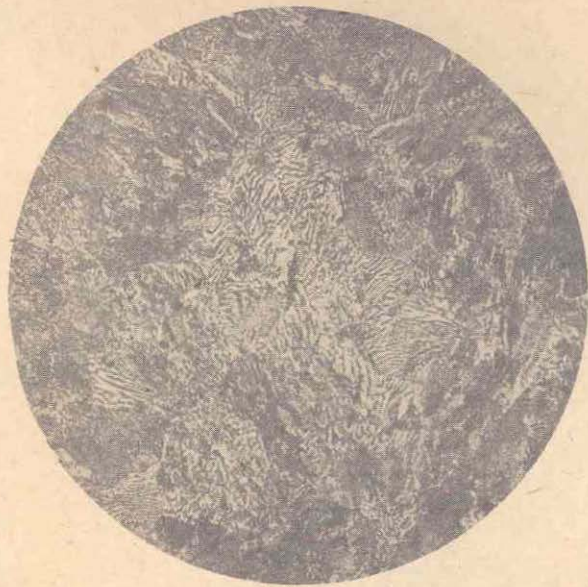
1



2



3



4

Рис. 56. Микроструктуры. 1 — ан. 142, ув. 100; 2 — ан. 142, ув. 340; 3 — ан. 142, ув. 340; 4 — ан. 142, ув. 340

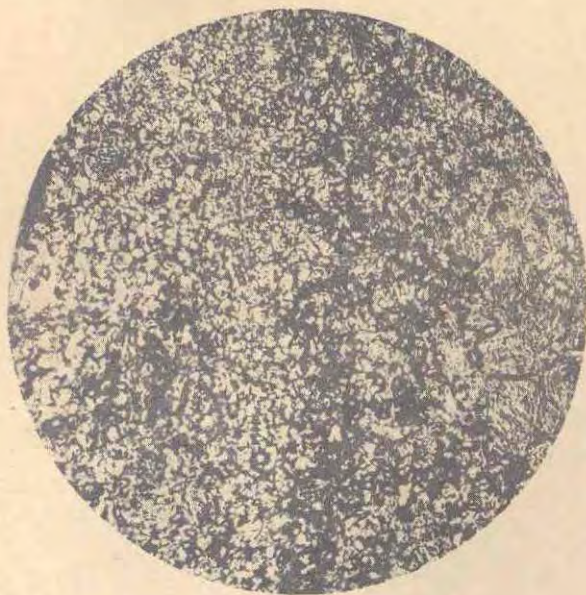




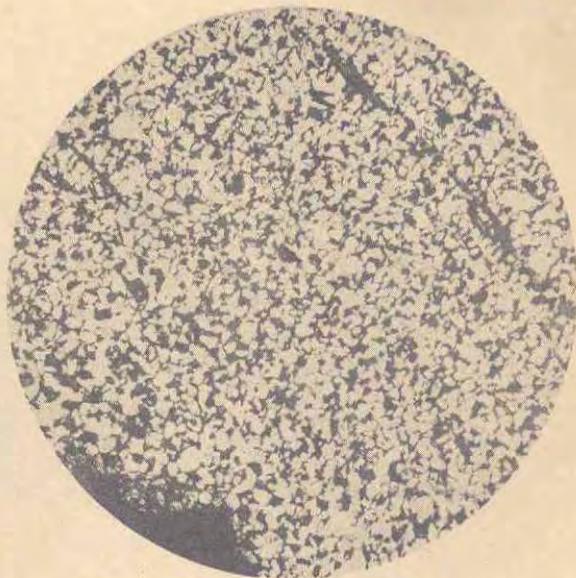
1



2



3



4

Рис. 57. Микроструктуры. 1— ан. 33, ув. 200; 2— ан. 204, ув. 100; 3— ан. 213, ув. 200; 4— ан. 213, ув. 200



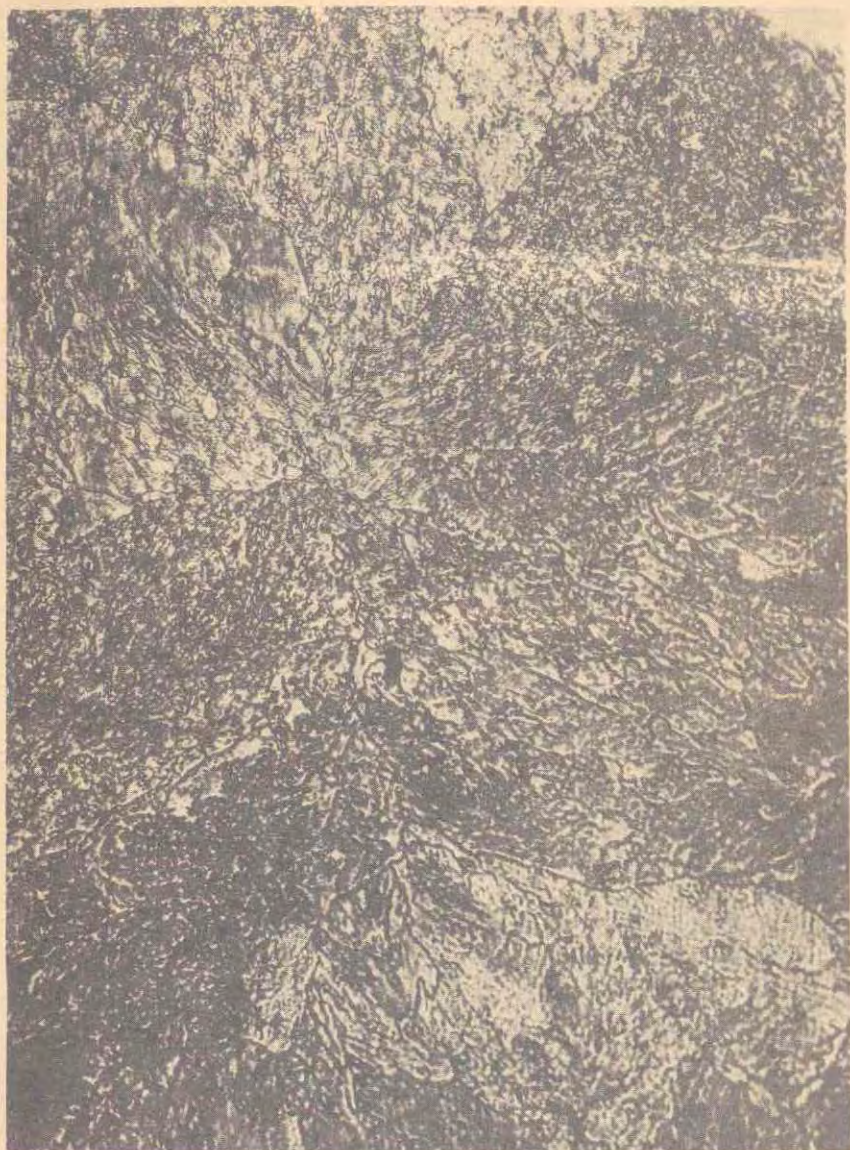


Рис. 58. Микроструктура. Ан. 215, ув. 500

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>Глава I. Железоделательное производство</b>	
Методика исследования . . . . .	21
Железные руды Алтай . . . . .	23
Памятники черной металлургии . . . . .	31
Топливо . . . . .	52
Шлаки . . . . .	54
Технология металлургии железа . . . . .	61
<b>Глава II. Железообрабатывающее производство</b>	
Методика исследования . . . . .	76
Технология обработки металла . . . . .	80
<b>Глава III. Ремесло и ремесленники в социально-экономической структуре алтайских племен</b>	
Заклучение . . . . .	115
Литература . . . . .	134
Принятые сокращения . . . . .	139
Приложения . . . . .	148
	151



**НИКОЛАЙ МАКСИМОВИЧ ЗИНЯКОВ**

**ИСТОРИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ  
И КУЗНЕЧНОГО РЕМЕСЛА ДРЕВНЕГО АЛТАЯ**

Редактор *В. А. Малаховская*  
Художественный редактор *Р. М. Вазиев*  
Технический редактор *Г. Н. Гридина*  
Корректор *Г. П. Орлова*

**ИБ 1857**

Сдано в набор 26.06. 1986 г. Подписано в печать 13.12. 1988 г. К  
Формат 84X108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 3. Гарнитура Лит  
ная. Печать высокая. Печ. л. 8,75. Усл. печ. л. 14,7. Уч.-изд. л. 14,9.  
1000 экз. Заказ 12690. Цена 3 р.

Издательство ТГУ, 634029, Томск, ул. Никитина, 4.  
Кемеровский полиграфкомбинат, 650059, Кемерово, Ноградск